

WORLD&CITIES

세계 도시민들과 함께 만들어가는 희망
seoulsolution.kr/worldncities

Editor's Note 편집자의 글

봄철마다 미세먼지가 기승을 부립니다. 올해 봄은 숨쉬기 힘든 날도 있었습니다. 이때마다 중국에서 온 미세먼지가 주요한 원인 중 하나로 지목되어 왔습니다. 특히 수도권에 사는 사람들은 봄만 되면 중국에서 오는 초미세먼지에 촉각을 곤두세웠습니다. 그래서 미세먼지 문제를 중국과의 외교 안건으로 다루어야 한다는 목소리가 높아지고 있습니다. 하지만 구체적인 접근 방법을 찾기가 쉽지 않습니다. 이와 관련한 언론 보도도 제각각이었습니다. 우리나라 미세먼지에서 중국의 영향이 20~30%라는 주장, 많게는 80%라는 보도도 있었습니다. 한편 우리나라 미세먼지 원인으로 중국보다 국내의 영향이 높다는 연구결과들도 발표되면서 혼란이 가중되고 있습니다.

이번 호에서는 중국에서 오는 미세먼지에 대해 살펴보았습니다. 중국에서 오는 미세먼지에 대한 혼란을 조금이나마 해소하고, 국경을 초월하는 대기오염에 대처할 방안을 알아보려고 관련 해외사례를 담았습니다.

‘포커스’에서는 미세먼지 발생원인이 무엇인지, 미세먼지 해결을 위해서 국내외적으로 어떤 노력이 필요한지를 알아보았습니다. 특히 중국 발(發) 미세먼지 비중에 대한 원인을 분석하여, 그동안 언론에서 상충되는 결과를 보도하게 된 배경을 설명하였습니다. ‘특집’에서는 국경을 초월하는 환경문제로 국가 간 분쟁이 있었던 싱가포르 및 유럽의 사례를 소개했습니다. 상황이 우리나라와 정확하게 맞아떨어지는 않지만 앞으로의 방향을 설정하는 데 큰 도움이 될 것으로 기대합니다. 그리고 중국의 미세먼지 발생원인을 규명하고 저감하기 위해 설립된 ‘한·중 공동연구단’의 현황과 위상, 앞으로의 계획을 살펴보았습니다. 그동안 ‘기획’은 전체 주제와 관련된 중국의 사례를 다루어왔으나, 이번 호에서는 전체 주제가 중국과 관련된 것이기에 ‘특집’ 위주로 구성하였습니다.

주목할 도시자료 섹션에서는 유럽이 대기질 악화를 방지하기 위해 만든 ‘국가별 배출량 상한(National Emission Ceilings, NEC)’ 지침의 이행 현황과 개선방법을 담은 ‘Clearing the Air: A critical guide to the new National Emission Ceilings Directive’ 보고서와 대기오염에 대한 경제적인 비용을 제시한 OECD의 ‘The economic consequences of outdoor air pollution’ 보고서를 소개하였습니다.

이머징시티 시리즈에서는 인도의 떠오르는 신흥도시로 첸나이와 코치를 소개하였습니다. 이 밖에 세계 인프라시장 동향과 세계ODA 사업동향에도 많은 관심을 가져주시기 바랍니다. 감사합니다.

Contents 목차

04 포커스

미세먼지 문제, 어떻게 해결할까?

김용표 | 이화여자대학교 화학신소재공학과 교수

10 특집

중국에서 오는 미세먼지, 어떻게 대처할까?

12 중국발 초미세먼지 피해에 대한 법적 대응은 가능한가?

장한별 | 한국교통연구원 교통법제연구센터장

21 중국에서 날아오는 미세먼지 문제, 유럽의 지혜를 빌리다

최준영 | 국회입법조사처 환경노동팀 입법조사연구관

31 동북아시아 대기오염의 핵심기지로서의 한·중 공동연구

송창근 | 울산과학기술원 도시환경공학부 교수

38 세계 인프라시장 동향

52 세계 ODA사업 동향

62 이머징 시티 시리즈 17

떠오르는 인도의 스마트 도시 | 첸나이 · 코치

임재빈 | LH 토지주택연구원 책임연구원

82 주목할 도시자료

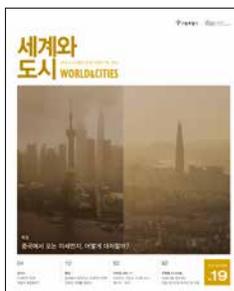
보고서

83 2030년을 준비하는 유럽 대기오염 관리의 새 지침

최유진 | 서울연구원 안전환경연구실 연구위원

88 대기오염의 대가는 얼마인가?

이윤 | 선문대학교 국제경제통상학과 교수



COVER

WORLD&CITIES Vol.19 Autumn 2017

사진제공 좌) www.gettyimageskorea.com / 우) www.imagetoday.co.kr

세계와 도시는 한국간행물 윤리강령 및 실천요강을 준수합니다. 세계와 도시에 게재된 글은 사진과 무단 복제를 금지합니다.

미세먼지 문제, 어떻게 해결할까?

과학적 연구 시스템과 효율적인 정책 결정을 위한 제언

[글] 김용표 교수 yong@ewha.ac.kr

이화여자대학교 화학신소재공학과

국가적 해결과제로 떠오른 미세먼지 문제

최근 들어 미세먼지 문제가 국민들의 우려와 불안을 낳고 있지만, 몇 년 전까지만 해도 미세먼지 농도는 줄어드는 추세였다. 지난 20여 년 동안 대기오염의 지표라 할 수 있는 가시거리도 꾸준히 늘어나, 서울은 1980년대 중반부터 개선되었고 전국적으로는 2000년대 중반부터 개선되어 왔다. 그러나 2013년 초부터 미세먼지와 초미세먼지 농도가 다시 증가하기 시작했고,¹ 환경부에서는 2013년 후반기에 초미세먼지 대기환경기준 설정을 발표하고 미세먼지 예보제를 시행하기로 하였다. 또 세계보건기구(WHO)가 미세먼지를 1군 발암물질로 지정한 이후로 언론에서도 미세먼지 관련 기사를 빈번히 보도하면서² 비로소 국민들은 ‘미세먼지’라는 용어를 인식하고 관심을 기울이게 되었다.

현재 미세먼지 현상이 심각한 불안요소가 되어 국가적 해결과제로 떠오르게 된 배경으로는 크게 세 가지를 꼽을 수 있다. 첫째는 우리나라(특히 서울)의 미

세먼지 농도가 선진국에 비해 높다는 점으로, 이러한 비교를 통해 미세먼지의 위해성에 대한 인식이 확산되었다. 둘째는 안전하고 쾌적한 대기환경에 대한 국민들의 요구 수준이 높아졌다는 점이다. 셋째는 미세먼지 문제에 대한 정부의 대처 노력이 미흡한 점이다. 정부는 이 부분에 대해 효과적인 소통체계를 구축하여 정보를 최대한 제공하고, 서로 다른 주장이 제시되었을 때 그 근거를 명확히 밝히려는 노력에 부족한 면이 있었다. 하물며 미세먼지 문제에 대한 정책적 불확실성에도 불구하고 지금까지 꽤 효과적으로 미세먼지를 저감시켜 왔던 사실조차 제대로 알려지지 않았다. 그 대표적인 예가 바로 우리나라에 영향을 끼치는 중국발 미세먼지에 대한 논란이다. 중국으로부터의 영향 정도를 계산하는 방법론이 다양하기 때문에 서로 다른 결과가 노정될 수밖에 없음에도 불구하고 이를 효과적으로 설명하지 못한 면이 있었다. 이에 미세먼지의 성분과 주요 배출원에 대해 상세히 알아보고, 그에 따른 효과적인 정책에 대해 모색해보고자 한다.

1 한상화·김용표, 2015

2 김영욱 등, 2015

미세먼지의 성분과 배출 원인은?

미세먼지를 저감하기 위해서는 상황에 맞는 정책 수립도 중요하지만, 미세먼지 생성에 대한 과학적 이해가 우선되어야 한다.

미세먼지와 초미세먼지는 각각 지름이 10 μm , 2.5 μm 이하의 먼지를 의미하며, 맨눈으로 볼 수 없을 정도로 작다. 서울의 미세먼지 농도는 여러 과정이 복합적으로 작용하여 결정된다. <그림 1 참조> 따라서 미세먼지 농도를 저감하기 위해서는 이들 각 과정을 과학적으로 이해하고, 효과적인 저감 대책을 수립하여야 할 것이다. 이 가운데 눈비나 자연적으로 침강하는 제거 과정(과정 ④)과 외부 유출(과정 ⑤)은 기상 현상에 따라 결정되는 것이다. 외부 유입(과정 ②)은 기상 조건과 풍상, 즉 지역의 대기오염 정도에 따라 결정된다. 따라서 국내에서는 미세먼지 배출(과정 ①)과 미세먼지의 반응 생성(과정 ③)에서 저감 노력을 시도할 수 있다. 이들 과정에 대해 더 알아보자.

그림1 서울의 미세먼지 농도를 결정하는 과정들

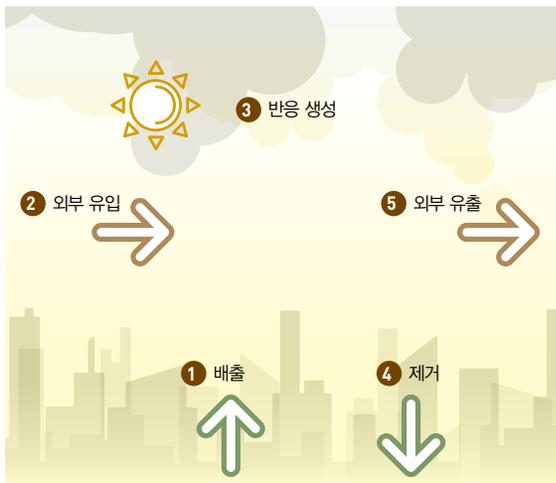


표1 배출에 의해 생기는 미세먼지 성분과 중요한 배출원 (1차 물질)

주요 배출원	미세먼지 성분(1차 물질)
유기물(화석연료, 생체 등)의 불완전 연소	원소상탄소 (EC, elemental carbon, 검댕이 대표적인 예임), 유기탄소 (OC, organic carbon)
여러 유기물 배출원 (나무 등)	유기탄소
토양, 바다 등 자연적 배출원	흙먼지, 바다먼지 등
고기구이 등 음식물 조리	원소상탄소, 유기탄소

표2 미세먼지 생성에 관여하는 오염물질(전구물질)의 중요한 배출원(1차 물질)

오염물질	주요 배출원
황산화물 (SOx)	석탄, 나무 등 황이 포함된 연료 연소
질소산화물 (NOx)	질소가 포함된 연료 연소, 공기의 질소가 연소과정의 고온에서 분해 (자동차, 가스보일러 등)
암모니아 (NH ₃)	가축 사육, 비료, 자동차 등
휘발성유기화합물 (VOCs, volatile organic compounds)	용매 사용, 자동차 연료, 인쇄소, 화장품, 방향제, 고기구이 등 다양한 배출원

미세먼지의 배출원을 살펴보면 다양한 자연적 인위적 요소가 있음을 알 수 있다. <표 1 참조> 주로 인위적 요소를 배출하는 도시의 경우 자동차나 건물의 보일러에서 화석연료를 연소하는 과정에서 미세먼지가 배출되며, 그 외에도 음식점이나 세탁소 등 여러 상업 활동을 통해서도 배출된다. <그림 1>의 ①배출 과정) 여러 배출원은 미세먼지뿐만 아니라 대기에서 미세먼지를 반응 생성하는(<그림 1>의 ③반응 생성 과정) 대기오염 물질들(전구물질)을 배출한다. <표 2 참조> 따라서 대기관리 정책은 미세먼지뿐만 아니라 전구물질의 배출까지 함께 저감하는 방식으로 이루어져야 한다. 그런데 전구물질들은 다양한 배출원에서 배출되기 때문에 효과적인 저감을 위해서는 저감 대책의 우선순위를 정할 필요가 있다.

먼저 서울에서 대기가 깨끗할 때와 스모그 현상이 발생했을 때 초미세먼지 질량농도와 화학조성을 분석한 결과를 보자. <그림 2 참조> 스모그 현상은 초미세먼지 농도가 높을 때 발생하고, 이때 여러 전구물질의 반응에 의해 생긴 2차물질의 농도와 상대적 비율이 깨끗할 때에 비해 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 고농도 사례를 줄이고 미세먼지와 초미세먼지 농도를 저감하기 위해서는 전구물질의 배출을 줄이는 것이 효과적임을 알 수 있다. <표 3>은 전구물질이 미세먼지의 화학성분을 생성하는 반응을 나타낸 결과다.

표3 대기에서의 반응에 의해 생기는
미세먼지 성분과 주요 반응(2차 물질)

미세먼지를 생성하는 주요 반응과 반응물질 (1차 물질)	미세먼지 성분 (2차 물질)
황산화물 + 산화제	황산염
질소산화물 + 산화제	질산염
질소산화물 + 휘발성유기화합물 + 산화제	유기탄소
암모니아(기체) + 산성 먼지(황산염, 질산염 먼지)	황산암모늄, 질산암모늄 (먼지)

문제 해결의 첫걸음은 정확한 측정을 위한 모델 개발

앞에서 살펴보았듯이, 미세먼지를 대기에서 생성하는 반응의 주요 반응물질(전구물질)은 황산화물, 질소산화물, 휘발성 유기화합물, 암모니아이다. (전구물질의 주요 배출원은 <표 2 참조>) 따라서 대기의 초미세먼지 농도를 줄이기 위해서는 초미세먼지뿐만 아니라 이를 생성하는 전구물질을 저감하는 노력이 요구된다. 문제는 어느 분야에서 어떤 전구물질을 줄이

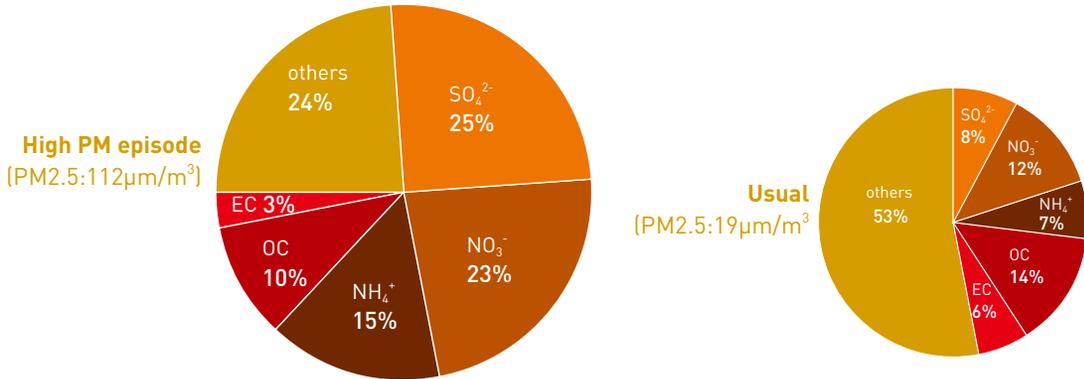
는 것이 가장 효과적인가에 대한 정책적 판단 과정에서 과학적 이해가 충분치 않다는 것이다. 최근 석탄 화력발전소와 경유 자동차, 경유 자동차와 휘발유 자동차 가운데 어느 배출 분야가 미세먼지 농도를 더 강화하는지에 대한 논란이 대표적인 예이다.

우리나라 초미세먼지 농도에 끼치는 중국의 영향에 대한 논란 역시 과학적 이해가 필요한 또 다른 경우라 할 수 있다. 중국의 영향이 연평균 20~30% 정도라는 주장,³ 심할 때는 80%를 넘는다는 주장,⁴ 연평균 40~50% 정도라는 주장⁵ 등이 보도되었다. 이런 차이는 모델링 방법론, 사용하는 모델의 종류, 모델링의 시기 그리고 영향도를 계산하는 방법의 차이로 나타난 것이다.

지역별 영향도를 산출하는 데 가장 널리 사용되는 방법은 3차원 광화학모델이다. 3차원 광화학모델은 대상 지역을 격자로 잘라, 각 격자에서의 대기오염물질 배출량과 기상 모델의 결과를 활용하여 초미세먼지가 광화학반응에 의해 생성되는 정도와 바람에 의해 확산되는 정도를 계산하는 것이다. 그러나 같은 3차원 광화학모델이라 해도 어떤 입력 자료를 사용하느냐에 따라 영향도가 다르게 계산될 수 있다. 비록 동일한 대기오염물질 배출량을 쓰더라도 사용하는 기상자료가 다르게 적용되면 영향도는 다르게 나타난다. 예를 들어, 바람이 없어 확산이 어렵고 온도, 습도, 일사량 등이 높아 광화학반응에 좋은 기상조건을 입력할 경우 자체적으로 발생하는 영향이 외부의 영향보다 더 크게 나타날 수 있다. 반대로 서풍 계열의 바람이 우세한 기상 조건을 입력하면 중국 등 외부의 영향이 더 크게 나타날 수 있다.

3 Kim et al., 2016
4 국립환경과학원의 연구 결과 참조 (<http://www.segye.com/newsView/20170607003028>)
5 서울특별시, 2016

그림2 서울 종합대기측정소에서 관측한 고농도 사례(2014. 2)



주 스모그 시기와 일반 시기의 초미세먼지 질량농도와 화학조성 비교.(원의 면적은 질량농도와 비례함)

자료 김용표, 2017에서 재인용.

우리나라에서 사용하는 3차원 광화학모델은 미국에서 개발한 CMAQ(Community Multi-scale Air Quality) 모델과 CAMx(Comprehensive Air quality Model-extended) 모델로, 중국과 일본에서도 사용하고 있는 모델이다. 그러나 동북아시아 대기환경의 특성을 제대로 모사하지 못할 수도 있다는 논의가 최근 제시되었고, 올해부터 우리나라에 적합한 모델 개발 연구가 시작되었다. 또한 올해 9월부터는 과학기술에 기초한 미세먼지 생성 기작을 이해하고, 인체에 대한 영향을 평가하며, 이를 저감하기 위한 기술개발 연구가 국가전략 프로젝트로 시행되었다. 그리고 미국과의 공동연구였던 KORUS-AQ(Korea-United States Air Quality Study) 같은 집중관측 연구를 계속하여, 보다 확실한 미세먼지 생성과정과 국내외의 영향 정량화 연구를 수행할 예정이다.

효율적인 연구 체계와 정책 방향을 위한 제언

미세먼지 문제에 관한 정책의 우선순위를 평가하고 효율적인 정책으로써 국민의 불안을 해소하는 것 역시 중요한 정책 방향이다. 우리나라의 (초)미세먼지 관리를 위한 여러 요소들의 선진국 대비 수준을 평가한 연구에 따르면, 가장 뒤쳐진 분야가 (초)미세먼지 생성에 대한 과학적인 이해 부족(선진국 대비 50% 수준)과 함께 정책 우선순위 결정과 시행(선진국 대비 50~60%)이었다.⁷ 이를 위해서는 효과적인 정책 결정과 시행 그리고 평가를 수행할 수 있는 체계가 구축되어야 한다.⁸

현재 환경부 산하의 국립환경연구원은 대기환경 분야 연구비 예산을 지원받아 많은 연구 과제를 수행하고 있다. 문제는 미세먼지 문제가 중요 현안으로 부각되면서 몇 년 사이에 연구비는 크게 증가하였으나, 연구 인력은 공무원 조직 내에서 약간 증가한 정도라는

7 김용표, 2017.

8 기존 미세먼지 정책의 효과분석은 한혁 등, 2017 참조.

점이다. 또한 환경부 산하기관이다 보니 환경부의 요청 사항을 즉각적으로 수행해야 하기 때문에 장기적인 연구 수행이 힘들다. 이에 따라 대기환경 분야 연구비의 상당 부분은 국립환경과학원이 직접 수행하지 못한 채 외부 연구자에게 용역 과제 형식으로 의뢰하고 있다. 따라서 투입되는 연구 예산에 비해 조직이나 연구자의 연속성이 약하여 효율성이 떨어질 수밖에 없다.

이런 문제를 해결할 방안 중 하나는 출연연구소 설립이다. 환경 정책과 평가 분야는 한국환경정책평가연구원이라는 출연연구소가 설립되어 연구와 환경부에 대한 정책 제안을 뒷받침하고 있다. 과학기술 분야에도 출연연구소를 설립하여 환경 분야 연구를 지원한다면 지속적인 연구 수행과 국립연구소를 통한 과학적 연구 수행이 가능하다. 일본에서는 국립환경연구소(National Institute for Environmental Studies, NIES: 우리나라 국립환경과학원의 벤치마킹 대상기관)가 2001년 국립기관에서 독립법인(우리나라 출연연구소와 비슷한 개념)으로 변화하면서 보다 다양한 분야의 연구를 수행하고 있다. 이때 기존 국립연구소에 있던 연구자는 공무원 신분(월급 체계나 연금 등)을 그대로 유지하면서, 독립법인 전환 이후 입사한 연구자들에게는 새로운 체계를 적용하였다고 한다.

또한 미세먼지를 포함한 대기관리를 효과적으로 수행할 수 있는 체계가 필요하다. 수질 관리에서는 수계별로 환경청이 설치되어 수계 관리를 하고 있으나, 대기 관리는 수도권 대기환경청을 제외하고는 지방자치별로 시행하고 있다. 또한 미국 사우스코스트 대기관리국(South Coast Air Quality Management District, SCAQMD)에서는 여러 법적 권한을 행사할 수 있는 반면 우리나라 수도권 대기환경청은 그렇지 못한 형편으로, 강력한 대기관리 대책을 수립하거나

시행하기가 어렵다. 따라서 대기 권역별로 법적 권한이 강화된 대기관리청을 설립하여 대기관리를 담당하는 것이 바람직하다.

이와 함께 효과적인 소통과 협업 체계를 구축하는 것이 바람직하다. 국민의 불안을 해소하기 위해서는 과학을 기반으로 정책을 수립하고 시행해야 할 뿐만 아니라 그 과정에서 지방자치단체, 시민단체, 취약계층에 대한 정책 홍보와 의견 수렴이 필수적이다. 특히 환경부의 경우에는 이러한 소통체계를 부처 내에 구축하여 활용하는 것이 중요하다.

이와 같이 대기의 미세먼지 농도를 저감하기 위해서는 생성·변환·이동·제거 등의 여러 과정에 대한 과학적인 이해와 기술적인 이해가 뒷받침되어야 한다. 그러기 위해서는 체계적인 연구 수행의 환경이 요구되며, 그 결과를 정책에 반영할 수 있는 체계가 마련되어야 한다. 효과적인 연구를 위해서는 다양한 분야의 여러 연구자들이 함께 종합적인 연구를 수행할 필요가 있다. 다행히도 현재 이러한 연구를 뒷받침할 여건과 기술개발이 진행 중이다.

미세먼지 문제는 여러 분야의 대응이 필요하기 때문에 대책의 우선순위를 정할 필요가 있다. 이를 위해서는 미세먼지 생성과 제어 과정을 과학적으로 이해하는 연구와 함께 정책을 효과적으로 수립, 시행하여 국민의 불안을 최소화할 수 있는 체계 구축이 시급하다.

또한 우리나라의 미세먼지는 중국, 북한, 몽골 등의 영향을 받으므로 동북아시아 전체를 고려하는 대기환경 협력체 운영이 필요하다. **W**

참고문헌

- 김영욱 등, 2015, 미세먼지 위험에 대한 수용자의 인식과 의견 형성에 관한 연구, 프로모션 기사 인식정도와 관여도에 따른 분석'한국언론정보학회지 통권72호, 52쪽
- 김용표, 2017, 초미세먼지 문제 해결을 위한 연구 및 정책 방향," 한국대기환경학회지, 33(3), 191-204
- 서울특별시, 2016, 초미세먼지(PM-2.5) 배출원 인벤토리 구축 및 상세모니터링 연구, 최종보고서
- 한상희, 김용표, 2015, 서울시 대기 중 초미세먼지(PM2.5) 질량과 화학성분 농도의 장기 변동 추이, 한국대기환경학회지, 31(2), 143-156
- 한현 등, 2017, 미세먼지(PM10) 저감정책의 비판적 검토: 1차 수도권 대기환경관리 기본계획의 정책 대상, 수단, 효과를 중심으로, 환경정책 25(1), 49-79
- Kim, BM et al., 2016, Transported vs. local contributions from secondary and biomass burning sources to PM2.5, Atmospheric Environment, 144, 24-36

세계 도시민들과 함께 만들어가는 희망

WORLD&CITIES

특집

중국에서 오는 미세먼지, 어떻게 대처할까?

01

중국발 초미세먼지 피해에 대한 법적 대응은 가능한가?

장한별 한국교통연구원 교통법제연구센터장

02

중국에서 날아오는 미세먼지 문제, 유럽의 지혜를 빌리다

최준영 국회입법조사처 환경노동팀 입법조사연구관

03

동북아시아 대기오염의 핵심기지로서의 한·중 공동연구

송창근 울산과학기술원 도시환경공학부 교수

중국발 초미세먼지 피해에 대한 법적 대응은 가능한가?

[글] 장한별 센터장 tasmanian@koti.re.kr
한국교통연구원 교통법제연구센터

중국에서 넘어오는 미세먼지, 법은 무엇을 할 수 있나?

올해 초 서울 시민들은 악화된 공기 질 때문에 많은 고통을 받았다. 1분기 서울의 초미세먼지(PM2.5) 평균 농도는 $32\mu\text{m}/\text{m}^3$ 으로, 지난 2년 동안의 평균 농도인 $28\mu\text{m}/\text{m}^3$ 보다 $6\mu\text{m}/\text{m}^3$ 나 더 심해졌고, 초미세먼지 '나쁨' 일수도 크게 증가했다. 한편 세계은행 통계¹에 따르면 2010년 이후 중국의 연평균 초미세먼지 평균농도는 WHO 권고기준($10\mu\text{m}/\text{m}^3$)을 훨씬 상회하는 $56.8\sim 58.4\mu\text{m}/\text{m}^3$ 수준이다. 이러한 중국발 대기오염 물질이 북서풍(겨울)과 편서풍(봄·가을)을 타고 이동하여 서울 및 수도권의 공기 질은 계속 악화되고 있다.

이에 대한 실증적인 연구는 이미 다각적으로 진행되고 있으며, 우리나라 공기의 질을 저하시키는 전체 오염원 중 중국발 대기오염 물질의 비중에 대한 연구도 이루어지고 있다. 그렇다면 연구조사가 명시화되었을 때 우리나라가 중국에 취할 수 있는 대응방안에 대해서도 생각해볼 필요가 있다. 물론 천만 서울시민과 수도권 주민들이 바라는 바, 대기오염 피해를 막을 수 있는 최선의 방법은 중국 정부가 나서서 대기오염 물질의 배출기준을 엄격하게 관리하고 저감시설에 투자하는 것이다. 하지만 우리 정부나 지자체가 중국에 그러한 요구를 하는 것은 중국의 배타적인 주권을 침해하는 행위이다.

¹ <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM25.MC.M3?end=2015&locations=CN-KR&start=2007&view=chart>

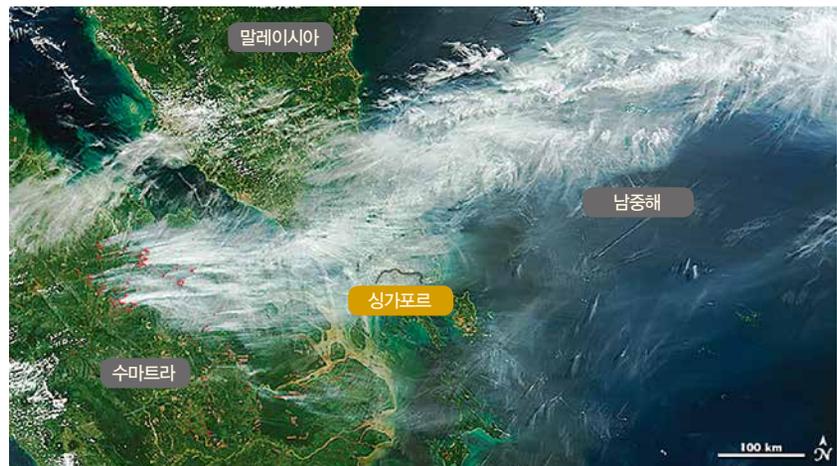
그렇다면 대기오염 피해를 이유로 국제법상의 청구권을 행사할 수도 있을까? 이 글은 시민들이 던질 수 있는 질문, 즉 ‘대한민국의 사법권이 미치는 범위 밖에서 발생한 환경과괴 행위로 인해 국민들이 받고 있는 대기오염 피해에 대해서 외국의 가해자에게 민형사상 책임을 물을 수 있는 법적 제도가 있는가?’라는 질문에 대한 긴 답변이다. 먼저 해외의 입법 사례, 국제법과 국제기구의 협약안을 통해 법률적 대응방법과 가능성을 살펴보고, 현실적으로 우리가 선택할 수 있는 방법을 검토하고자 한다.

대기오염 피해로 법적 대응에 나선 싱가포르

인도네시아의 주요 수출품목은 종이와 펄프 그리고 팜유(Palm Oil)로, 이를 생산하기 위한 조림(造林) 공간과 농장을 조성하기 위해 지속적으로 열대우림을 파괴하고 있다. 게다가 열대우림을 벌채하기 위해 놓은 산불이 이탄(泥炭) 지대²를 만나면 지표면의 불이 꺼진 뒤에도 지하에서는 마른 이탄이 계속 타들어가 수 개월 동안 짙은 연기를 유발한다.

2013년 6월, 인도네시아의 수마트라 섬에서 거대한 산불이 발생하였다. 그로 인해 형성된 엄청난 양의 연무(haze, 煙霧)가 인도양에서 불어오는 편서풍을 타고 말레이시아 남부와 싱가포르로 이동하였다. 2013년 6월 19일 NASA가 촬영한 위성사진이 그 경로를 보여주고 있다. <그림 1 참조>

그림 1 2013년 발생한 수마트라 섬의 산불로 인한 대기오염 확산 경로



2

이탄(泥炭) 지대: 토탄(土炭) 지대라고도 하며, 주로 저습지나 배후습지 등에서 퇴적된 퇴적물로서 생물의 유체가 불완전 분해된 물질이 퇴적된 지대(자연지리학사전, 2006, 한국지리정보회 정의 참고)

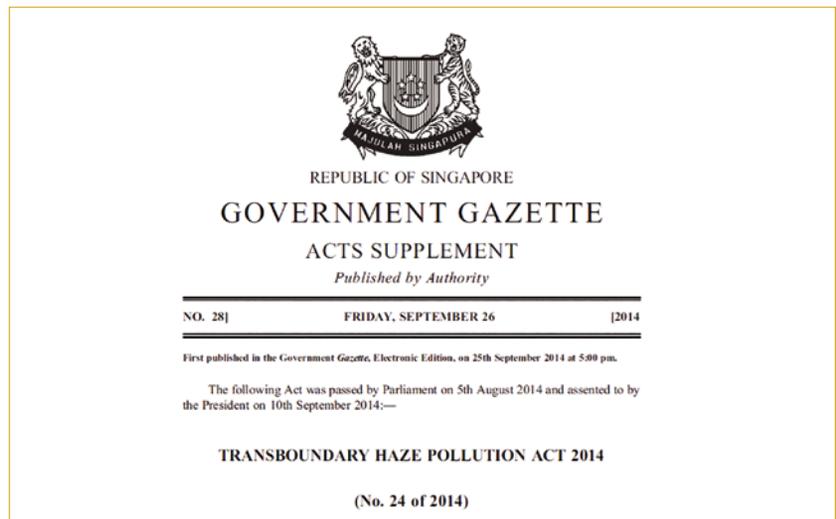
자료 <https://foreignpolicyblogs.com>

산불이 불리일으킨 연무로 인해 인근 국가인 말레이시아는 국가비상사태를 선포했고, 싱가포르의 야외활동이 전면 금지되어 관광산업이 중단되다시피 했다. 게다가 짙은 연기로 인해 말라카 해협을 통과하는 선박들의 운항속도가 느려지고 항공기의 이착륙이 지연되는 등 물류산업에도 막대한 피해가 발생하였다. 이에 인도네시아의 수실로 밤방 유도요노 대통령은 공식적으로 사과했지만, 인도네시아의 산불이 주변국에 끼친 피해는 몇 년 단위로 반복되는 고질적인 문제였다.

이처럼 호된 대기오염 피해를 경험한 이후 싱가포르 의회는 인도네시아발 대기오염 물질의 월경(越境)으로 인한 피해를 방지하기 위해 2014년 8월 5일 ‘초국경 헤이즈 오염법(Transboundary Haze Pollution Act)’을 의결, 같은 해 9월 26일 공포하였다. <그림2 참조>

24개 조문으로 된 이 법률의 핵심은 제2장에 있다. 그 가운데 제5조는 싱가포르 정부가 싱가포르 영토 내외를 막론하고 대기오염을 직접 유발하였거나 교사·방조한 자연인 또는 법인에 대해 1일당 10만 싱가포르달러, 최대 200만 싱가포르달러의 벌금형을 부과하는 형사처벌이 가능하다고 명시하였다. 또한 제6조는 대기오염 행위가 외국에서 발생하여 해당국 법원이 관할하는 사건이더라도 대기오염의 피해자가 불법행위 책임에 근거한 민사상 손해배상 청구소송을 싱가포르 법원에 제소할 수 있다고 규정하였다.

그림2 Transboundary Haze Pollution Act 2014 관보 고시문 표지



자료 <http://statutes.agc.gov.sg>

이 법률의 적용대상은 싱가포르 내 자연인과 법인이기 때문에 인도네시아와 같은 주권국가에 대한 직접적인 구속력이 없다. 다만 이 법을 근거로 싱가포르 정부는 세계 최대의 제지회사 중 하나인 아시아펄프앤페이퍼그룹(Asia Pulp and Paper Group)을 비롯한 6개의 인도네시아 회사에게 각각 산불피해 방지 노력 실적에 대한 자료를 요구하였다.³ 이 절차는 6개 회사의 싱가포르 사무소에 벌금을 부과하기 위한 전 단계로 해석된다. 이에 대해 인도네시아 법무부는 자국 내 기업에 대한 자료 요구는 인도네시아의 주권을 침해하는 행위라며 강력하게 반발하였다.

그렇다면 대한민국도 싱가포르와 같은 법적 대응이 가능할까? 중국이 대기오염 물질을 내뿜는 기업을 방치하고 있음을 이유로, 국내 법률을 재·개정하여 중국의 오염물질 배출기업에 대해 벌금을 부과하고 손해배상 책임을 청구할 수 있을까?

국경을 넘는 미세먼지, 국경을 못 넘는 법률

이렇듯 법률을 재·개정하여 관리를 소홀히 한 외국 기업에게 책임과 예방의 의무를 지운 싱가포르의 ‘초국경 헤이즈 오염법’은 우리의 대기오염 환경 대응에 시사점을 안겨준다. 그러나 이에 앞서 살펴봐야 할 법률적 개념들이 있다.

우선 국가 간의 ‘관할(管轄, Jurisdiction)’ 개념을 점검해야 한다. 관할이란 특정한 사건에 대하여 어떤 법원이 재판권을 행사할 것인지 장소적 적용범위를 정한 것이다. 국제법의 법언(法言) 가운데 “어떠한 국가도 다른 국가에 대하여 관할권을 행사할 수 없다(par in parem non habet imperium)”는 말이 있다. 다시 말해 주권국가는 타국의 주권적 이해를 존중하여 간섭적인 관할권 행사를 자제해야 한다는 뜻이다.

따라서 어떤 국가가 일방적으로 자국법을 역외에 적용할 때 그로 인해 자국의 이익을 침해받는 국가는 외교적 항의, 법적 의견서(Amicus Curiae) 제출, 대항입법의 제정(자국민에게 역외 적용된 외국의 법률에 복종하지 말 것을 규정하는 법률 제정), 외국 법원에 대한 문서제출 금지, 외국 판결의 불승인 및 집행거부 등의 방법으로 타국의 관할권 행사를 사실상 무력화시킬 수 있다.

그러나 세계주의에 입각한 ‘보편적 관할’이 적용되는 경우가 있다.

³ <http://www.straitstimes.com/asia/se-asia/singapore-aims-to-prosecute-indonesian-polluters-under-haze-law-masagos-zulkifli>

형사사건의 관할을 정하는 원칙에는 속지주의, 속인주의, 기국주의, 보호주의, 세계주의의 여섯 가지가 있다. 앞의 싱가포르 법률처럼 외국인이 외국에서 범한 범죄를 형사적으로 처벌할 수 있는 경우는 '세계주의'의 원칙에 따른 경우에만 가능하다.

대한민국의 경우, 형법 제5조에 명시된 죄와 형법 제296조의 2에 명시된 내란과 외환, 위조지폐 제조, 약취·유인 및 인신매매의 죄, 테러방지법 제19조에 따라 테러단체를 구성하거나 지원한 경우에는 외국에서 그 죄를 범한 외국인도 국내법으로 처벌할 수 있다. 이처럼 국제공동체 전체의 이익을 보호하기 위해 노예제와 인신매매 등 인류의 보편관념에 반하는 중대한 범죄에 한하여 예외적으로 보편적 관할권(Universal Jurisdiction)이 인정된다.

이러한 국제법 기준으로 보면, 이웃 나라의 기업이 발생시킨 대기오염 피해를 이유로 피해국 법원이 보편적 관할권을 행사하여 형사소추하기란 어렵다. 설령 자국 법원이 그러한 판결을 내렸더라도 현실적으로는 형벌을 집행할 수 없기 때문에 집행불능이 예상된다. 물론 자국 법원의 권위는 실추될 수밖에 없다.

원래 외국적 요소가 있는 법률관계에서 관할에 대한 원칙과 준거법은 국제사법이 규율하고 있다. 국제사법은 외국 법원이 재판할 것을 거부하여 외국의 어느 법원에 의하여도 사법적 구제를 받을 수 없는 경우에는 대한민국 민사소송법의 토지 관할 규정에 의하여 예외적으로 국내 법원에 국제재판 관할권이 성립한다고 인정하고 있다. 또한 같은 법 32조 제1항은 “불법행위는 그 행위가 행하여진 곳의 법에 의한다”라고 규정하고 있다. 즉 사법권의 독립이 중대하게 침해된 상황이거나 근대적 재판제도가 확립되어 있지 않은 등 불법행위가 발생한 국가의 사법적 구제를 기대하기 어려운 예외적인 경우여야 한다. 그렇지 않고서는 외국에서 발생한 외국인의 대기오염 물질의 배출과 같은 불법행위에 대한 손해배상을 청구하는 민사소송에 있어서 국내 법원의 관할을 인정하기란 어렵다.

만약 이러한 경우 국내 법원에 관할을 인정하는 법률을 제정했다고 해보자. 그러면 상호주의의 원칙에 따라 상대국도 대한민국 내에서 발생한 대한민국 국민의 행위에 대해 민사상 책임을 묻는 상황이 발생할 수 있다. 결국 법으로 해결하는 방법은 한계가 있을 수밖에 없다. 그렇다면 국가들이 상호 협력하여 만드는 조약은 어떻게?

다자조약은 환경문제를 해결할 수 있을까?

지지부진한 범세계적 다자조약

국제법이 성립하고 국가 간 교류가 증가하면서 인류는 국제기구가 주도하는 다자조약의 형태로 국제적인 문제를 통일적으로 규율하고자 노력해왔다. 무역 분야의 세계무역기구(WTO), 항공 분야의 국제민간항공기구(ICAO), 보건 분야의 세계보건기구(WHO)는 그 좋은 본보기라고 할 수 있다.

마찬가지로 국제환경법 분야에서도 세계적인 다자조약과 이를 관장하는 국제기구를 설립하려는 움직임이 있었다. UN의 산하기구인 국제법위원회(International Law Commission, ILC)는 1973년 'Resolution 3071'에 근거하여 초국경적인 환경 피해에 대한 보상 또는 배상 문제를 통일적으로 규율하기 위해 '국제법상 금지되지 않는 행위로 인한 피해에 대한 국제적인 책임에 관한 조약(International liability for injurious consequences arising out of acts not prohibited by international law)안'을 마련하기로 했다. 하지만 현재까지는 예방에 대한 19개 조문만 작성되어 있다. 한편 ILC는 2002년부터 위험행위로 인해 발생한 월경(越境) 피해의 국제적 책임에 대한 조약안을 만들겠다고 했으나 아직도 진행 중에 있다.⁴ 이러한 지지부진한 상황을 볼 때, 향후 10년 내에 조약안이 확정되고 발효되기란 현실적으로 불가능하다. 결국 현 상황에서 범세계적인 다자조약에 의한 해결은 기대하기 어렵다.

북유럽 산성비 문제를 해결한 지역 내 다자조약

다만 지역 내 다자조약을 통해 국경을 넘은 대기오염 문제를 해결한 유럽의 사례가 있다. 1950년대부터 독일 북부 중화학공업 지대가 발전하면서 아황산가스 등의 오염물질이 공장에서 배출되었다. 이러한 오염원들은 기류를 타고 북쪽으로 올라가 스웨덴 등 스칸디나비아 반도 국가를 중심으로 한 북유럽 국가들의 삼림을 파괴하는 피해를 낳았다. 이산화황 성분이 포함된 산성비가 주된 원인이었다. 그러자 1975년 스웨덴 등 북유럽 국가의 대표들은 국경을 넘는 대기오염 문제를 공식적으로 제기하였다. 이후 OECD 주도 아래 11개국이 참여하는 '대기오염 물질의 장거리 이동에 관한 협동 기술 프로그램'⁵으로써 과학적 사실에 입각한 객관적인 진단에 집중하였다.

그 결과 1979년 스위스 제네바에서 31개 국가가 당사국으로 가입한 지역 내 다자조약인 '월경성 장거리 이동 대기오염 물질에 관한 협약(The Convention on

⁴ <http://legal.un.org/ilc/guide/9.shtml>

⁵ OECD Cooperative Technical Program to Measure the Long-Range Transport of Air Pollution

Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP)⁶이 체결되었고, 1983년 발효되었다.

CLRTAP는 일회적인 합의로 그치지 않고, 제네바의정서(1984)로부터 예테보리의정서(1999)까지 총 6개 의정서를 이끌어냈다. 이 과정에서 측정소 설치, 비용 분담, 감축 목표와 기준연도 설정, 배출권한의 거래 등 단계적 협력을 이뤄냄으로써 국경을 넘는 대기오염 물질에 관한 문제 해결에 좋은 선례를 보여주고 있다.

한·중 양자조약? 한·중·일 다자협력!

오염원의 정확한 실체는 밝혀지지 않았지만, 중국에서 발생하는 초미세먼지와 각종 대기오염 물질로 인해 대한민국이 대기오염 피해를 겪고 있음은 부인할 수 없는 사실이다. 하지만 중국은 대한민국이 최대의 무역수지 흑자를 기록하고 있는 제1의 무역상대국이고, 대한민국은 북핵문제 등 정치적 사안에 대하여 중국정부의 외교적 협력을 기대하는 입장이다.

이러한 상황을 고려할 때, 중국발 대기오염 물질로 인한 피해를 저감하기 위해 우리 정부가 중국과의 양자조약 체결을 시도한다면 대한민국에 불리하게 이루어질 가능성이 높다. 만약 1970년대 스웨덴이 산성비 문제의 해결을 위해 서독과 양자조약 체결을 모색했다면 CLRTAP 체제 아래 이뤄온 성과, 즉 현재의 감축 수준과 공평한 비용 분담을 성취하지 못했을 것이다.

싱가포르의 케이스를 적용하기에도 무리가 있다. 우선 한국은 싱가포르처럼 역내 무역 중심지인 도시국가가 아니다. 서울시 정도의 크기인 싱가포르는 인도네시아와 외교관계가 악화되더라도 막대한 피해가 따르지는 않는다. 더욱이 인도네시아는 세계적으로 중요한 해상운송로에 위치한 싱가포르에 대해 해상봉쇄 등의 군사적 조치를 취할 수 없다. 그리고 인도네시아 기업들이 동남아시아의 금융 및 법률중심지인 싱가포르에 진출하지 못하면 국제경쟁력에 제약이 따르게 된다. 반면 사드 배치 문제로 인한 보복조치의 사례가 보여주듯, 중국과 한국의 관계에서 중국에 대한 우리의 레버리지, 즉 지렛대 효과는 매우 적다. 이것이 우리가 지역 내 다자조약을 통한 대기오염 문제 해결에 집중해야 하는 이유이다.

앞서 살펴본 것처럼, 중국발 초미세먼지와 같은 국경을 넘는 대기오염물질 문제를 해결하기 위해서 우리가 현실적으로 선택할 수 있는 방식은 지역 내 다자조약을 통한 국제협력이다. 특히 초미세먼지 등의 대기오염 물질의 배출원과 배

⁶ <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1979.CLRTAP.e.pdf>

출량을 정확히 측정할 수 있는 측정시설을 설치하고 측정한 데이터를 공유하는 협력체계를 구축하는 것이 선행되어야 한다. 이미 우리나라는 1995년 동북아시아 지역 장거리 대기오염물질 공동조사사업(Long-Range Transboundary Air Pollutants in Northeast Asia, LTP)을 제안한 바 있다. 그리고 1999년부터 현재까지 한·중·일 3개국은 현재 총 4단계에 걸쳐 사업을 진행 중이다. 그러나 가장 선행되어야 하는 대기오염 물질의 배출원과 배출량의 정확한 추정을 위한 초미세먼지 집중측정 지점은 8개소에 불과하다. 따라서 LTP의 공동조사사업을 WHO나 UN아시아태평양경제사회위원회(UNESCAP)와 같은 공신력 있는 국제기구가 사무국의 역할을 담당하도록 하여 협력의 수준을 격상시킬 필요가 있다.

물론 CLRTAP의 경우 주된 오염원 배출국가는 서독이었던 반면, 중국은 미국에 버금가는 강대국이기 때문에 지역 내 다자협력에 참여할 유인이 적다. 또한 CLRTAP는 북유럽의 여러 나라들이 육상으로 국경을 맞대고 있고 각 분야별 교류와 국제협력의 전통이 축적된 토대에서 이루어진 바, 이 경우를 동아시아의 현실에 그대로 적용하기는 어렵다. 하지만 대한민국 헌법 제35조 제1항에 따르면, 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 권리가 있고 국가는 이를 위해 노력할 의무가 있다. 따라서 서울시나 정부는 매년 대기오염으로 고통받고 있는 국민들의 절실한 요구에 따라 중국이 참여하는 장거리 이동 대기오염 물질에 대한 해결을 위한 지역 내 다자조약 체결에 주도적인 역할을 맡아야 한다. **W**

참고문헌

- 김훈상, 2013, 해외건설의 블루오션, 도시개발사업, 포스코경영연구소 보고서
- 김영석, 2014, 국제형사법 관련 우리나라의 주요판례 검토, 서울국제법연구원, 제21 권 제2호, 2014.12, 23-52
- 박영길, 2009, 국제법상 보편적 관할권 개념의 재검토, 인하대학교 법학연구소, 법학연구 12(3), 2009.12, 339-377
- 박병도, 2004, 국제범죄에 대한 보편관할권, 대한국제법학회, 국제법학회논총 49(2), 2004.8, 175-200
- 정서용, 2010, 국제 환경 거버넌스, 비국가 행위자 그리고 국제법, 서울국제법연구원, 서울국제법연구 17(2), 2010.12, 19-33
- 정서용, 2006, 동북아시아 환경오염문제의 효율적 해결과 국제법상 정책적 접근방법, 대한국제법학회, 국제법학회논총 51(3), 2006.12, 69-89
- 서철원, 2003, 국제법상 금지되지 않은 행위로 인한 환경피해에 대한 국가책임, 숭실대학교 법학연구소, 법학논총 13, 2003.2, 137-149
- 성재호, 2001, 인접국 오염원에 의한 환경피해의 국제법적 구제, 대한국제법학회, 국제법학회논총 46(2), 2001.8, 97-111
- 최준영, 2017, 월경성 장거리이동 대기오염물질에 관한 협약(CLRAP)과 초미세먼지 해결을 위한 국제 협력방안, 국회입법조사처, 이슈와 논점 제1296호(2017.4.12)
- 경향신문, 올 1~3월 초미세먼지 최근 3년간 가장 나빴다, 2017.4.7.
- The Straits Times, Singapore aims to prosecute Indonesian polluters under haze law: Masagos Zulkifli, , 2016.6.10.
- 세계은행 데이터 홈페이지[<https://data.worldbank.org>]
- 포린폴리시 어쓰시어이션 블로그 홈페이지[<https://foreignpolicyblogs.com>]
- 국제법위원회, 국제연합 홈페이지[<http://legal.un.org/ilc.shtml>]

중국에서 날아오는 미세먼지 문제, 유럽의 지혜를 빌리다

국경을 넘어 이동하는 대기오염 물질을 국제협력으로 해결한 유럽

[글] 최준영 입법조사연구원 amarnata@nars.go.kr
국회입법조사처 환경노동팀

미세먼지 문제 해결의 힌트

2017년 5월은 최근 보기 드물게 맑은 하늘을 우리에게 보여주었다. 봄날의 화창함이 낯설게만 느껴지는 우리의 대기환경은 악화되고 있다. 통계적으로 보면 2000년대 초반부터 2012년경까지 서울의 대기환경은 지속적으로 개선되어 오다가 갑자기 악화되기 시작했으며, 과거와는 달리 미세먼지가 국가적 해결과제로 대두되었다. 왜 이러한 상황이 전개된 것일까?

여러 가지 의견이 엇갈리고 있지만, 가장 큰 요인으로 손꼽히는 것은 중국으로부터의 영향이다. 환경부 발표에 따르면 미세먼지가 심했던 2017년 3월 17~21일, PM10의 경우 62~80% 수준이었으며 PM2.5의 경우 84~86%가 중국의 영향에 의한 것으로 추정되었다. 어떻게 해야 이 문제를 해결할 수 있을 것인가?

북유럽의 여러 나라들은 유럽의 다른 지역에서 넘어오는 대기오염 물질로 인해 우리보다 더 오랫동안 더 심각하게 고통을 겪어왔지만 국가간 협력을 통해 대부분의 문제를 해결한 바 있다. 스웨덴과 노르웨이 등 북유럽의 사례를 통해 우리는 몇 가지 힌트를 얻을 수 있을 것이다.

사라지는 스칸디나비아의 숲과 호수

자연을 망치는 산성비의 정체를 밝혀내다

스웨덴과 노르웨이를 비롯한 스칸디나비아 반도의 국가들은 오랫동안 울창한 산림을 자랑해왔다. 낮은 인구밀도와 농사에 적합하지 않은 기후 탓에 숲이 잘 보전될 수 있었다. 그러나 19세기 유럽의 산업혁명이 본격화되면서 대기오염물질이 몰려오기 시작하였다. 노르웨이의 극작가인 헨리크 입센(Henrik Ibsen)은 1867년작 『브랑(Brand)』에 “영국의 소름끼치는 석탄구름이 몰려와 온 나라를 뒤덮으며 신록을 더럽히고 독을 섞으며 낮게 떠돌고 있다”고 표현했을 만큼 19세기부터 사람들은 오염물질의 장거리 이동을 인식하고 있었다.

스칸디나비아 반도의 울창한 숲이 슬금슬금 사라지기 시작한 때는 2차 세계대전 이후 전후 복구가 본격적으로 시작된 1950년대 후반부터였다. 나무뿐만 아니라 이 지역에 위치한 수많은 호수에서도 물고기가 급속히 줄거나 사라지는 현상이 발견되었다. 9만여 개의 호수를 자랑하는 스웨덴의 경우, 약 4만여 개의 호수가 생물이 살 수 없을 정도의 강산성으로 변질되었다.

왜 이런 현상이 발생하였을까? 많은 이들은 알려지지 않은 자연현상이나 병해충 때문이라고 추측하였다. 그러나 스웨덴의 과학자인 스반테 오덴(Svante Oden)은 화학적 요인으로 호수가 산성화되었을 가능성을 염두에 두고 연구를 거듭한 끝에 1967년 스웨덴의 산림 황폐화와 호수의 산성화는 스웨덴이 아닌 다른 곳에서 유입된 아황산가스(SO₂)로 인한 산성비 때문이라는 것을 밝혀냈다.

그렇다면 아황산가스는 어디에서 왔을까? 이 문제를 밝혀내기 위해 경제협력기구(OECD)가 나섰다. 몇 년간의 연구 결과 1971년 스칸디나비아 반도에 산성비를 내리게 한 나라는 영국과 서독으로 밝혀졌다. 그러나 두 국가는 연구 결과를 부정하면서 자국의 책임이 아니라고 주장하였다. 스웨덴이나 노르웨이는 이 강대국들을 상대로 어떻게 대응해야 할지 고민이 시작되었다.

과학적 증거로 국제 압력을 행사하다

1968년 스웨덴 정부는 UN의 핵심기관 중 하나인 경제사회이사회(ECOSOC)에 인간과 환경간의 상호작용을 주제로 한 UN 회의 개최를 제안하였다. UN 총회는 이 제안을 받아들여 1972년 스웨덴의 수도인 스톡홀름에서 당면한 환경 과제들에 초점을 맞춘 최초의 국제회의인 UN인간환경회의(United Nations

Conference on the Human Environment, UNCHE)를 개최했다.

회의 개최국인 스웨덴은 자국에서 개최되는 UNCHE를 통해 산성비 문제의 원인 제공자인 영국과 서독을 압박하고자 하였다. 이를 위해 회의 개최 시점에 맞추어 산성비에 대한 종합적인 조사보고서인 ‘Air Pollution Across Boundaries’를 발간하였다. 오염물질이 국경을 넘어 영향을 준다는 이 조사결과가 발표되자 유럽 국가들은 보다 자세한 연구가 필요하다는 데 합의하고, 1972년부터 OECD 주도 아래 서독을 포함한 11개국이 참여하는 ‘대기오염물질 장거리 이동 측정에 관한 협동 기술 프로그램(OECD Cooperative Technical Program to Measure the Long-Range Transport of Air Pollution)’에 착수했다. 이러한 과정을 거치면서 특정 국가에서 발생한 대기오염이 다른 국가에게 영향을 준다는 사실은 명확해졌다. 그렇지만 영향을 끼친 국가에 대하여 오염물질 배출을 줄이도록 압박할 수단은 없었다. 그런데 도움은 엉뚱한 곳에서 찾아왔다.

냉전의 아이러니, 국제 협력체계를 구축하다

1960년대 미국과 소련으로 대표되는 양 진영의 팽팽한 대립관계가 이어지는 가운데 유럽 국가들은 긴장완화를 모색하기 시작하였다. 서유럽 국가들은 유럽의 문제를 미국이 아닌 자신들이 다루기를 희망하였으며, 동유럽 국가들은 제2차 세계대전 이후 형성된 자국의 체제와 국경을 서유럽 국가들로부터 보장받기를 원했다. 1966년 동유럽 국가들은 ‘부카레스트 선언’을 통해 이러한 목적을 위한 유럽 공동안보회의의 개최를 요청하였고, 1967년 서유럽 국가들은 ‘하르멜 리포트’를 통해 협상의 필요성을 인정하였다. 이에 따라 1975년 핀란드의 수도 헬싱키에서 미국과 소련을 포함한 35개국이 참여하는 역사적인 유럽안보협력회의(Helsinki Conference on Security and Cooperation in Europe, CSCE)가 개최되었다.

CSCE 개최를 앞두고 소련과 동유럽 국가들은 미국과 서유럽 국가들을 상대로 국경 인정과 체제 보장을 요구하였다. 미국과 서유럽 국가들은 이를 받아들이는 대가로 인권의 보편적 존중에 합의할 것을 요구하였다. ‘인권’ 문제가 제기되는 데 부담을 느낀 소련은 관심을 분산시키고 서방 진영 내 대립을 유발하기 위해 유럽 차원의 에너지·운송·환경 등 다양한 주제를 의제로 제시하였다. 스웨덴과 노르웨이는 이러한 소련의 제안을 토대로 CSCE 참여국들로 하여금 국경 간 환경문제를 주요 협력 분야로 다루는 데 합의를 이끌어내었다.

1978년 소련은 노르웨이 환경부장관인 브룬트란드(Gro Harlem Brundtland)를 초청하여 UN유럽경제위원회(UNECE) 차원에서 국경 간 대기오염 물질

그림1 CLRTAP 가입 국가 현황



자료 AndrewRT, Wikimedia Commons

에 대해 논의하기로 합의하였다. 이후 노르웨이는 소련을 대신하여 논의를 주도 하였으며, 소련은 동유럽 국가들을 동원하여 이러한 논의에 힘을 실어주었다. 국경을 넘나드는 대기오염 물질에 대한 과학적 조사결과가 축적되고, 서독과 영국 등에 대하여 책임 있는 행동에 나설 것을 유럽 국가들이 촉구하기 시작하면서 이 논의는 UNECE 차원에서 본격적으로 다루어졌다. 그리고 1979년 11월 13일, 스위스 제네바에서 UNECE 34개 회원국 가운데 31개국이 참여하는 '월경성 장거리 이동 대기오염에 관한 협약(Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, CLRTAP)이 체결되었다. 체결된 협약은 1983년 3월 16일부터 발효되었다.

북유럽의 대기오염 물질은 어떻게 감축될 수 있었나

낮은 수준에서부터 협상하다

스웨덴, 노르웨이, 핀란드 등 대기오염으로 인해 피해를 겪고 있던 국가들은 주요 오염물질인 황산화물과 질소산화물 배출에 대하여 엄격한 규정 적용을 희망하였다. 반면 화력발전에 대한 의존도가 높은 서독과 영국 등은 오염물질로 인한 자국 내 피해가 별로 없다는 사실을 근거로, 대기오염물질 축소 의무가 포함된 협정체결을 반대하였다. 그러나 1977년부터 시작된 유럽감시평가프로그램(European Monitoring and Evaluation Programme, 이하 EMEP)의 연구 자료에 의해 스웨덴 등 북유럽 국가들의 주장이 뒷받침되고 프랑스 등의 도덕적 압력이 이어지자, 서독과 영국은 국경을 넘어 이동하는 대기오염 물질을 줄이기 위해

최대한 노력한다는 규정에 마지못해 합의하였다.

최초 체결된 협약은 대기오염 물질을 축소한다는 대원칙 아래 경제적 측면에서의 실행 가능성을 전제한 오염물질의 이동, 국가별 대기오염 관리전략, 오염물질 배출 감소를 위한 기술정보 등의 수집 및 교환체계에 초점을 맞추었다. 이에 따라 1979년 체결된 협약은 최소한의 의무규정만을 담은 선언적 수준의 절충안으로 평가되었다. 이렇게 낮은 수준에서 시작한 협약은 이후 여러 차례의 보완과정을 거치면서 그 비중을 넓혀나갔다.

자발적, 점진적 이행에 노력하다

CLRTAP는 대기오염 물질의 배출에 대한 감축 의무를 각 국가에게 부과하지는 않았다. 다만 제2조에서 대기오염을 제한할 것과 대기오염물질 감축을 점진적으로 늘리도록 규정하고 있을 따름이다. 정보교환과 오염방지를 위한 정책의 심사를 규정한 제4조의 경우에도 ‘가급적’이라는 표현을 통해 의무성을 약화시켰다. 전체적으로 ‘노력한다(shall endeavor)’ 또는 ‘가급적 점진적으로(as far as possible, gradually)’ 등의 문구를 사용함으로써 자발적이며 단계적인 노력을 강조하고 있다.

그럼에도 불구하고 CLRTAP는 다수의 협의조항을 둬으로써 실효성을 높이고자 하였다. 제5조에는 대기오염 물질을 배출시키는 국가는 이로 인해 피해를 받거나 받을 위험이 있는 국가와 초기부터 협의해야 함을 규정하였으며, 제7조에는 연구와 개발 분야에서 상호 협력할 것을 규정하였다. 그리고 제9조에는 유럽감시평가프로그램(EMEP)의 집행의무로 명시하였다.

8개의 의정서를 거치면서 감축의 강도를 높여나간다

1983년 발효된 CLRTAP는 대기오염물질 감축에 대한 구체적인 활동방안을 규정하지는 않고, 회원국 간의 협의를 거쳐 세부적인 요소를 의정서 형태로 정하도록 하였다. 1984년 체결된 최초의 의정서인 제네바의정서는 우선적으로 EMEP에 대한 비용분담 사항을 규정하면서, 오염물질을 많이 배출하는 국가가 더 많은 부담을 지도록 하였다. 또한 EMEP의 운영주체는 CLRTAP 협약을 주도한 노르웨이의 대기연구원이 주도적 역할을 담당하도록 하였다. 현재 EMEP는 23년이 지난 지금까지 유럽 내 200개 이상의 관측지점을 설치·운영하고 있으며, 그간 수집된 자료를 통해 산성비의 유발원인인 아황산가스(SO₂)와 질소산화물(NOx) 및 휘발성 유기화합물(VOCs) 등을 핵심적인 감축 물질로 선정하였다.

1985년 체결된 헬싱키의정서는 아황산가스와 이황화탄소(CS₂) 등 황산화물의 감축에 집중하였다. 가장 큰 특징은 1980년 수치를 기준으로 하여 1993년까지 방출량과 국경 이동량을 30% 감축한다는 목표를 수립한 것이었다. 앞서 1983년에 스웨덴과 노르웨이가 이와 같은 프로그램을 제안한 바 있으나 당시에는 서독, 프랑스, 이탈리아 등이 반대하였다. 그러나 이후 서독의 산림에서 산성비의 피해가 발생한 사실이 확인되자 분위기는 전환되었다. 헬싱키의정서에 서명한 21개국 모두는 목표 달성에 성공하였으며, 11개국은 60% 감축을 달성하였다.

이후 1988년 소피아의정서는 질소산화물을, 1991년 제네바의정서는 휘발성 유기화합물을 주요 감축대상으로 정하고 기준년도와 감축 목표를 설정하였다. 이후 1994년 오슬로의정서에서는 단계적 접근을 통해 감축의무를 당사국별로 차등 부과하였으며, 회원국 간에 오염물질 배출권을 주고받거나 공동의 사업을 통해 감축하는 등의 새로운 방식을 도입하였다. 1998년 체결된 아르후스의정서(I, II)는 카드뮴·납·수은 및 16개 잔류성 유기오염물질(POPs)을 관리대상으로 지정하고, 이에 대한 단계적 폐지와 이 성분들이 포함된 제품의 생산 금지 등을 규정하였다.

1999년 체결된 예테보리의정서는 각국이 배출하는 질소산화물, 휘발성 유기화합물질 및 암모니아의 상한선을 설정하였다. 아울러 2012년 개정을 통하여 미세먼지(PM_{2.5})에 대한 신규 기준을 도입하였다. 이에 따라 회원국은 2005년 배출량을 기준으로 하여 2020년까지 질소산화물 42%, 휘발성 유기화합물 28%, 미세먼지 22%를 삭감하는 의무를 지게 되었다.

이렇듯 유럽의 대기오염물질 감축은 모두가 동의할 수 있는 최소한의 사항을 규정하는 낮은 수준의 합의로 시작되었고, 이후 과학적 조사연구의 결과를 토대로 관리대상 물질의 범위를 점차 확대해나갔다. 또한 CLARTAP는 감축 목표를 구체적으로 설정하는 단계적 접근방식을 택함으로써 상황의 변화에 맞추어 대응하는 체계를 세웠다. 이러한 접근방식은 향후 기후변화협약의 선례가 되었다.

표1 CLRTAP 관련 세부 의정서 및 주요내용

명칭	주요내용
제네바의정서 (1984)	<ul style="list-style-type: none"> 오염물질 저감과 관련한 검토 및 평가에 있어 핵심이 되는 모니터링 프로그램에 대한 국제적 비용 부담에 관한 사항을 규정(현재 46개 ECE 국가가 당사국으로 가입) CLRTAP 체결시 추가적인 연구의 필요성에 합의한 사항이었기에 이 의정서는 상대적으로 합의가 용이하였음 EMEP의 재원은 주로 오염 배출국이 부담하며, 반면 오염 피해국은 상대적으로 적게 부담 SO₂, NO_x, VOCs 및 기타 오염물질에 대한 자료 수집, 대기중 오염물질의 이동 및 확산 관측과 예측을 기본으로 하고 있음 40개 회원국에 200개 이상의 관측지점을 설치·운영하고 있음
헬싱키의정서 (1985)	<ul style="list-style-type: none"> 이황화탄소의 방출 및 국경이동을 최소한 30% 감축시키기 위한 의정서(현재 21개 ECE 국가들이 당사국으로 가입) 1980년을 기준으로 하여 늦어도 1993년까지는 황의 방출이나 국경이동을 30% 이상 감소시키는 것을 목적으로 하였음 각 당사국은 황 배출감을 위한 연구에 합의하고 연간 배출량과 방출량 측정방법을 집행기구에 보고하며, 집행기구의 협력 하에 협약당사국들과 정보를 교환하도록 하고 있음 모든 당사국이 목표 달성에 성공하였으며, 11개 당사국은 60% 이상의 삭감을 기록
소피아의정서 (1988)	<ul style="list-style-type: none"> 질소산화물의 방출 및 국경이동을 통제하는 의정서(25개 국가가 당사국으로 가입) 1987년을 기준으로 하여 1994년까지 질소산화물의 연간 방출량 또는 국경이동을 초과하지 않는 수준으로 감소시키는 것을 목적으로 함(미국은 1978년 기준) 국가별 방출기준을 정하여 의정서가 발효한 날로부터 2년 이내에 각 회원국의 새로운 생산시설에 적용하도록 되어 있음. 25개 당사국 가운데 19개 국가가 목표를 달성한 것으로 평가
제네바의정서 (1991)	<ul style="list-style-type: none"> 휘발성 유기화합물질(VOCs)의 방출 및 국경이동을 통제하기 위해 도입 당사국은 휘발성 유기화합물질의 국내방출을 통제하고 감소하기 위한 조치를 취해야 하며, 국경이동을 통제하기 위해 상호협력하고 정보를 제공할 의무 부여 유기화합물질의 방출을 통제하는 기술을 교환하고 연구에 착수해야 하며, 방출을 감시하는 한편 의정서의 작업을 정기적으로 검토하도록 규정 당사국에게 다음 세 가지 중 하나를 감축목표로 설정할 수 있도록 규정 <ul style="list-style-type: none"> (i) 1999년까지 기준연도 대비 30% 삭감 (ii) 부속서 1에 규정된 대류권 오존관리 지역(TOMA)을 지정하고 1999년까지 국가 총배출량을 1988년 수준을 넘지 않도록 관리 (iii) 1988년의 배출량이 특정 수준을 넘지 않는 국가의 경우 그 수준을 1999년까지 유지
오슬로의정서 (1994)	<ul style="list-style-type: none"> 기존 헬싱키의정서를 강화한 내용을 담고 있음 효과기반 접근(effects-based approach), 임계 부하량 개념(critical load concept), 최적기술(best available technology) 등을 포함하고 있음 각 당사국으로 하여금 각기 다른 배출 감축의무를 부여하고 있으며 장기적·단계적 접근을 통해 목표를 달성하도록 하고 있음 EU는 2000년까지 아황산가스를 30,063천 톤으로 감소시키는 것이 목표 공동이행, 국제적 거래를 포함한 오염물질 배출권 거래제의 기본적 개념이 도출

명칭	주요내용
아르후스의정서 (1998)	<ul style="list-style-type: none"> 카드뮴, 납, 수은의 세 가지 유해 금속을 목표로 설정하였으며, 당사국은 세 가지 중금속 배출량이 기준년도인 1990년 이하로 감축하도록 규정 <ul style="list-style-type: none"> - 산업부문(제철, 비철금속)과 연소 과정(발전소, 도로교통) 및 폐기물 소각에서의 배출량 감축이 주요 대상 - 고정배출원에 대한 엄격한 기준을 설정하였으며 이에 적용할 수 있는 최적기술(BAT)을 별도로 규정 유연회발유 퇴출, 건전지 등에 사용되는 납 사용량을 감축, 조명 및 측정기구에 사용되는 수은에 대한 적절한 관리를 강조
아르후스의정서 (1998)	<ul style="list-style-type: none"> 합의된 위해성 기준에 따라 설정된 16개 잔류성 유기오염물질(POPs)에 대한 관리가 주요 목적 <ul style="list-style-type: none"> - 물질별로 철저한 사용금지 및 단계적 폐기에 관한 사항을 규정하고 있으며 특히 DDT, HCH 및 PCB를 강력하게 규제 - 당사국으로 하여금 dioxins, furans, PAHs 및 HCB에 대해 1990년 수준 이하로 배출량을 감축하도록 규정하고 있으며, 소각시설에 대한 별도의 기준을 설정
예테보리의정서 (1999)	<ul style="list-style-type: none"> 2010년까지 황, NOx, VOCs 및 암모니아 등 네 가지 물질에 대한 상한을 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 설정된 상한은 오염효과에 대한 과학적 평가와 감축 옵션에 기초하여 협상에 의해 변경될 수 있으며, 위해성이 높고 감축에 비용이 저렴한 물질을 우선적으로 감축 - 완벽하게 실행될 경우 1990년 대비 최소한 황 63%, NOx 41%, VOCs 40%, 암모니아 17% 감축이 목표 2012년 2020년까지 달성해야 하는 황, NOx, VOCs, 암모니아의 배출허용량 강화 및 미세먼지(PM2.5)에 대한 신규 기준 도입을 내용으로 하는 수정안 합의 <ul style="list-style-type: none"> - 강화된 배출허용량 준수를 위하여 2020년까지 2005년 대비 황 59%, NOx 42%, VOCs 28%, PM2.5 22%, 암모니아 6% 감축을 추진

자료 https://www.unece.org/env/lrtap/status/lrtap_s.html

유럽이 남겨준 교훈

환경정책의 핵심은 어디에서 오염이 시작되는지를 밝히고, 어떻게 오염물질이 확산되어 영향을 미치는지를 파악하는 데 있다. 그런 의미에서 최근 우리가 겪고 있는 미세먼지 문제는 단독적으로 해결할 수 없다. 이 점은 과거의 환경오염과 다른 특성이기도 하다. 대기오염, 특히 미세먼지는 다양한 곳에서 발생할 뿐만 아니라 공기 중에서 다양한 대기오염 물질이 상호작용을 통해 미세먼지로 변화하는데, 아직까지 그 과정은 명확하게 밝혀져 있지 않다. 중국으로부터 미세먼지가 유입되고 있다는 사실은 분명하지만 정확한 수치적 평가를 내리기는 쉽지 않은 현실이다.

이런 한국의 상황에 CLRTAP는 몇 가지 시사점을 제공해준다.

첫째, 과학적 조사와 연구의 중요성이다. 체계적인 조사와 연구를 통해 먼 나

라에서 발생한 오염물질이 장거리를 이동해 피해를 끼친다는 사실을 입증함으로써 문제 해결의 발판을 마련했기 때문이다. 동북아시아의 경우 1999년부터 우리나라의 제안으로 동북아시아 장거리 대기오염물질 공동조사사업(LTP)을 실시하고 있으나, 아직 모두의 합의에 따른 공통의 연구방식과 기준 등이 마련되지 못해 각국 연구자의 연구결과를 교환·공유하고 있는 수준에 머무르고 있다.

둘째, 현실적으로 법률적 구속력을 갖춘 협약은 이루어지기 어렵다는 점이다. CLRTAP가 성공할 수 있었던 요인 가운데 핵심은 모두가 합의할 수 있는 수준에서 시작했다는 점이다. 오염물질이 어떻게 이동하는지 조사·연구하는 데서부터 출발하여 핵심 오염물질을 밝혀내고, 감축 목표를 설정하고, 개별 국가의 자발성과 동의에 따라 감축의 노력이 실천되었다. 만약 첫 단계부터 특정 국가를 가해자로 지목하고 문제 해결을 요구하거나 법적 책임을 물었다면 CLRTAP는 출범하지 못하였을 것이다.

셋째, 국제적 관계의 적극적 활용이다. 산성비로 인한 피해가 가장 큰 스웨덴이나 노르웨이 등 북유럽 국가들이 영국이나 서독에게 당당히 요구하기에는 현실적으로 국력의 한계가 있었다. 그러나 이들 북유럽 국가들은 각종 국제기구를 동원했고, 당시 변화하는 냉전 흐름을 파악했으며, 그 속에서 자신들의 입장을 관철시킬 수 있도록 과학적 자료를 준비함과 동시에 진영을 뛰어넘는 협력과 설득을 구사함으로써 유의미한 결과를 이끌어낼 수 있었다.

우리나라의 미세먼지 문제는 전국적인 문제이기도 하지만 수도권, 특히 서울의 문제이기도 하다. 국가 차원에서 주변국과 협력하는 문제와는 별개로, 서울시는 인접국가 도시와 협력체계를 강구하는 방안을 마련할 수 있을 것이다. 중국의 수도인 베이징시 역시 우리와 마찬가지로 미세먼지를 비롯한 대기오염 물질로 인한 많은 어려움을 겪고 있으며, 이를 해결하기 위해 다각적으로 노력하고 있다. 비슷한 어려움을 겪고 있는 도시들 간의 네트워크를 구축하여 상호 정보를 교환하고 정책에 대한 이해와 협력을 도모하면 큰 효과를 거둘 것이다. 우리가 힘들고 어려운 만큼 중국의 도시들도 고통받고 있다는 점을 생각하면 의외로 협력은 쉽게 이루어질 수도 있다.

특히 2010년부터 시작된 동북아 대기질 개선 국제포럼을 더욱 강화하는 방안을 고려해볼 필요가 있다. 서울을 포함한 베이징, 도쿄, 울란바토르 등 주요 13개 도시가 참여하는 이 국제포럼은 미세먼지 문제 해결을 위한 협력 기반이 될 수 있다. 서울시의 적극적인 지원과 참여가 이루어진다면 국제포럼은 중앙정부가 할 수 없는 현안들에 접근할 수 있는 창구가 될 것이다.

미세먼지 문제는 특단의 조치로써 단번에 해결할 수 없다. 느리지만 꾸준하게, 단순하지만 지속적인 노력과 협력만이 우리가 겪고 있는 어려움을 해결해줄 수 있다. 우리의 후손들에게 맑은 하늘을 물려주겠다는 의지가 필요한 시점이다.



참고문헌

- 예종영, 2007, 국제환경제도와 중견국가의 역할, 국제관계연구
- 강택구 외, 2013, 시진핑시대 중국의 역내 환경협력전망, 한국환경정책평가연구원
- 김철, 2015, 초국경적 환경오염피해 방지를 위한 국제법적 과제, 경희법학
- Fragó T., 2008: Intra- and inter-generational environmental responsibilities and rights and the multilateral environmental cooperation. Sustainable development and transboundary co-operation in mountain regions
- Brynjulf Ottar, 1976. Organization of long range transport of air pollution monitoring in Europe, Water Air & Soil Pollution

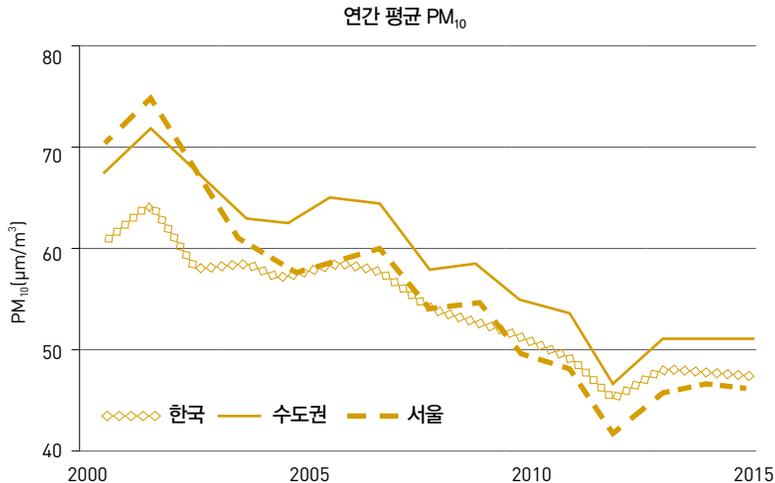
동북아시아 대기오염의 핵심기지로서의 한·중 공동연구

[글] 송창근 교수 cksong@unist.ac.kr
울산과학기술원 도시환경공학부

미세먼지 운명공동체가 된 한국과 중국

최근 3~4년간 국민의 우려가 집중되었던 환경문제는 소위 '중국발 고농도 미세먼지'일 것이다. 1990년대 후반부터 2012년까지 정부의 강력한 대기오염 규제 정책(고체연료 금지, 배출사업장의 규제, 수도권특별대책 등)으로 대기오염이 점진적으로 개선된 것은 사실이다. 그러나 최근 10년간 초고도 성장기를 맞은 중국의 경제·산업 활동이 급증하면서 중국 본토는 물론이거니와 한반도에서도 2013년부터 미세먼지의 고농도 현상이 빈번해지고 있다. 특히 세계보건기구(WHO)가

그림 1 한국, 수도권(SMA), 서울의 미세먼지(PM10) 연평균 농도 변화



자료 Kim et al., 2017

2013년 초미세먼지를 1군 발암물질로 지정하면서, 지정학적으로 '세계의 공장'을 서쪽에 두고 있는 우리나라는 더 이상 대기환경의 안전지대가 아니라는 우려를 넘어 공포로까지 이어지고 있다. 이에 정부는 2014년 '제2차 수도권 대기환경관리 기본계획'에 이어 2015년 '제2차 대기환경개선 종합계획(2016~2025)', 2016년 '6.3 미세먼지 관리 특별대책'을 발표하여 국내 오염원을 관리하기 위한 정책적 역량을 집중하고 있다. 그러나 전문가들은 중국의 협조 없이는 미세먼지 해결이 요원할 것으로 전망하고 있다.

중국도 발등에 불이 떨어진 형국이다. 사회주의 국가에서는 이례적으로, 중국인민들은 대중집회 등을 통해 스모그 해결을 정부에게 강력히 촉구하고 있다. 또한 중국 내 많은 외국계 글로벌 기업에서는 스모그 때문에 직원들이 중국 현지근무를 꺼리거나 주재원조차 중국을 떠나려 하여 추가 인건비 부담과 새로운 인재 확보에 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 경제 전문가들은 부동산 거품, 빈부격차와 더불어 환경오염 문제를 중국 경제의 최대 리스크로 꼽고 있다.

다행히도 중국 당국은 대기오염을 개선하기 위해 2013년 '대기오염 방지행동계획'을 수립, 2017년까지 베이징의 초미세먼지(PM2.5) 25% 감축 목표를 제시하는 등 노력을 기울이고 있다. 이에 대한 행동계획으로 소형 석탄보일러(10톤/시 이하) 퇴출, 석탄비중 감축(65% 이하), 청정에너지 보급 등 10대 계획이 추진되며, 5년간(2013~2017) 총 1.7조 위안(약 304조 원)을 투입하는 예산계획이 수립되었다.

한편 한·중 양국은 미세먼지 문제 해결이라는 공동의 이해를 바탕으로, 2014년 7월 한·중 정상회담에서 '한·중 환경협력에 관한 양해각서'를 개정했다. 이를 계기로 대기오염 예보모델 개선 및 미세먼지 문제 원인규명을 위한 실시간 측정자료 공유, 공동연구단 설립·운영을 통한 대기질 개선 연구를 추진하고 있다.

대기오염 해결을 위해 공동연구에 나선 동아시아

한·중·일 동북아 장거리 이동 대기오염물질 프로젝트(LTP)

1995년 9월, 한·중·일 3국은 장거리 월경성 대기오염 물질(Long-range Transboundary Air Pollution, LTP)에 관한 동북아 지역의 공동연구를 추진하기로 합의하였다. 이는 동북아 지역에서 대기오염 물질의 장거리 이동에 관한 이

한중일 동북아 장거리이동 대기오염 물질(LTP) 프로젝트

참여기관

- 한국 : 국립환경과학원(NIER)/환경부(MOE)
- 중국 : 중국환경과학연구원(CRAES)/환경보호부(MEP)
- 일본 : 환경성(MOEJ)/대기오염연구 아시아센터(ACAP), 국립환경연구소(NIES)

기반구축 및 운영

- 1995년, 한중일 '동북아시아 월경성 대기오염물질에 관한 국제회의' 개최 및 LTP 사업 추진 합의
- 1996년, 한국 국립환경과학원을 임시사무국으로 지명, 제1차 실무자그룹 회의에서 정식 사무국으로 승격
- 2000년~현재까지, 매년 LTP 전문가 회의 개최하고 주요 연구결과 공유

주요 연구결과

- Stage 1 : 2000년~2004년(5년), 공동연구 기반 구축
- Stage 2 : 2005년~2007년(3년), 모니터링, 모델링을 통한 국가 간 상호영향 평가
- Stage 3 : 2008년~2012년(5년), 황산화물, 질소산화물에 대한 배출원-수용지 관계 분석, 오존, PM 배출원-수용지 관계 분석을 위한 예비연구
- Stage 4 : 2013년~2017년(5년), 초미세먼지(PM2.5)의 장기관측 결과 분석, 종합보고서 및 정책입안자용 요약 보고서 발간

해를 증진하고 그 연구 기반을 조성하기 위한 노력이다. 이러한 공동연구를 통해 확보한 과학적 정보를 정책 담당자에게 제공하는 것도 본 프로젝트의 주요 설립 목적이다.

그러나 그간의 성과에도 불구하고 LTP 프로젝트는 한계를 지니고 있다. 우선 연구 성과가 정책 마련으로 연계되는 부분이 미흡한 것으로 평가되었다. 장거리 이동의 원인 규명, 중국발 대기오염의 기여율 확인 등의 국제공동 연구 성과가 있었으나, 연구 중심의 활동으로 인해 실질적인 동북아 대기환경 개선정책 및 국제협력 정책에 반영하기에는 충분치 않은 것으로 보인다. 특히 한·중·일 국제협력의 최고 의사결정기구인 3국 환경장관회의(TEMM)에서도 새로운 한·중·일 환경협력이 추진됨에 따라 LTP 프로젝트에 대한 관심 및 중요도가 저하되고 있다. 다만 3국간 장거리 대기오염 물질에 대한 연구에 정부기관이 공식 참여하는 경우는 LTP가 유일하다는 점에서 LTP 프로젝트의 위상을 알 수 있다.(Kim, 2016)

동아시아 산성강하물 모니터링 네트워크(EANET)

앞서 1993년에는 동아시아 지역 산성비 침착과 관련된 현안 해결을 위해 '동

아시아 산성강하물 모니터링 네트워크(EANET)'가 일본의 주도로 설립되었다. 공식 회원국은 우리나라를 비롯한 13개국(한국, 중국, 일본, 러시아, 몽골, 태국, 필리핀, 말레이시아, 베트남, 인도네시아, 캄보디아, 미얀마, 라오스)이다. EANET는 2015년부터 UN 환경계획(UNEP) 소속 기관으로 변경되었으며, 연구 기관인 NC(Network Center)는 일본 니가타 현에 소재하고 있다. 이곳에서 참가국들의 연구 공유 및 관련 전문가 교육이 이루어지고 있다.

EANET은 산성강하물에 대한 모니터링 방법 표준화와 자료 공유에 초점을 두고 NC를 중심으로 지역 협약을 통한 상호협력으로써 산성강하물에 대한 문제해결을 추진해왔다. 그러나 참여국의 일치된 합의가 어렵고, 한국이나 중국과 달리 대기환경 문제가 어느 정도 해결된 일본에서는 정부의 재정적 뒷받침이 소홀해지고 있다. 또한 산성강하물 외의 다른 오염물질로 협력범위를 확대하는 데도 어려움을 겪고 있는 상황이다.(Kim, 2016)

한·중·일 대기오염 정책대화

2013년 5월, 제15차 한·중·일 환경장관회의(TEMM)에서 한국 측의 제안으로 '대기오염 정책대화'가 신설되었다. 이는 동북아시아의 대기문제에 대한 심도 있는 연구개발과 정책 교류를 위해 3국의 실무급 협력체계를 강화한 것이다. 정책대화 산하에는 2개의 실무 연구그룹을 두었는데, 대기오염 방지·관리에 관한 과학연구를 담당하는 분야와 대기질 감시·예측에 관한 기술 및 정책 연구를 담당하는 분야로 나뉜다. 각 실무그룹에서는 휘발성 유기화합물(VOCs) 저감 및 자동차 등의 이동오염원 배출저감에 관한 정책 교류와 과학연구, 오존(O₃)·미세먼지(PM_{2.5})에 대한 모니터링 기법 및 인벤토리 구축 등에 대한 기술교류 등을 추진한다.

한·중 대기질 공동연구단

2015년 6월, 한국의 국립환경과학원(NIER)과 중국의 환경과학연구원(CRAES)은 한·중 공동연구단 협력 양해각서(MOU)에 서명했다. 이는 2014년 7월 합의된 한·중 정상회담의 후속조치로, 중국 환경과학연구원 내에 연구단 사무실이 설치되었다. 한국과 중국에서 각각 다섯 명씩 파견한 총 열 명의 공무원과 민간전문가가 공동연구단으로 활동하고 있는데, 이들의 공동수행 과제는 대기오염 예보모델 및 고농도 현상의 원인을 규명하는 것이다. 공동연구단은 향후 연구

그림2 한·중 공동연구단 협력 양해각서(MOU) 서명식



자료 국립환경과학원, 2015.6.12

표1 한·중 공동연구단 연차별 연구계획

연도	연구 과제
2015년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 중국의 배출량 산정과 모델 개선 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 중국 연안을 따른 황해 선박관측을 통해 중국 배출량과 예측 모델 검증 2. 초미세먼지 생성과 변환 특성에 관한 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 스모그 반응기에서 북경 시내 대기를 산화시켜 중국 기원 초미세먼지 생성 과정과 특성 파악 3. 베이징 지역의 초미세먼지 고농도 사례 분석 <ul style="list-style-type: none"> • 북경 초미세먼지 고농도 사례 발생의 기상 특성과 화학 조성 특성 파악
2016년	
2017년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자동차 배출 특성규명과 인벤토리 고도화 <ul style="list-style-type: none"> • 자동차 이동오염원 배출량 산정 정확도 향상 2. 초미세먼지 생성과 변화기작 모니터링 기술 <ul style="list-style-type: none"> • 다양한 배출원별 SOC 생성과정 모사 및 관찰을 위한 실험
2018년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 예경보 대기질 모델 성능 개선 <ul style="list-style-type: none"> • 오염물질별 장거리 이동에 대한 정량적 평가, 실시간 측정자료의 모델 변화 시스템 구축 2. 한중 초미세먼지 경보시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 실시간 초미세입자 예보를 양국 도메인으로 확장하여 예보정확도 향상 방안 도출
2019년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 초미세먼지 진단과 거동 파악 <ul style="list-style-type: none"> • 한중 지상관측 시스템 간 자료교환 체계 구축 2. 동북아시아 대기환경 진단 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 초미세먼지, 오존 등 대기오염 물질의 대기환경 통합 진단시스템 구축
2020년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 건강 위해성 평가 및 노출 평가 기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 배출원별 위해성 진단을 위한 마커 개발, 초미세먼지 농도별 장기변화 시나리오 개발 2. 한중 초미세먼지 피해저감 대책 및 관리방안 <ul style="list-style-type: none"> • 피해저감 대책 마련을 위한 과학적 접근 방법, 미세먼지 저감기술 개발 방안 등

자료 국립환경과학원

목적과 추진 방향을 더욱 구체화하여 실질적인 연구결과를 도출할 예정이다. 이로써 한·중 간 대기분야 환경협력의 핵심조직으로 발전, 동북아시아 지역의 대기질 개선을 리드하는 국제기구로의 확대를 꾀하고 있다.

한·중 공동연구에서 동북아 국제 공동연구로

최근 들어 새 정부의 국정기조에 따라, 지금까지의 동아시아 대기환경 국제 협력을 바탕으로 하는 ‘한·중 공동연구단’의 향후 발전적 확대가 최근에 논의되고 있다. 그 기본 기조는 기존의 한·중 협력 채널(환경·외교·경제)을 기반으로 대기질 개선을 위한 국제공동 협력을 단계적으로 추진하는 것이다. ‘한·중 공동연구단’을 한국과 중국, 나아가 동북아시아 지역의 대기질 개선을 위한 국제 전문 연구조직으로 확대한다는 목표 아래 1단계에서는 기존 한·중 협력을 2020년까지 더욱 강화하고, 2단계에서는 2025년까지 새로운 동북아 국제 공동연구 기구 창설 및 기금을 조성한다는 계획이다.

1단계에서는 한·중 공동연구 등을 강화하기 위해 한·중 비상채널(HOT Line)을 구축할 예정이다. 이로써 중국에서 비상상황이 발생할 경우(적색경보, 화학사고 등) 중국 현지 오염 및 주요 대응상황 등을 실시간으로 전달받아 국내 대응전략에 활용할 수 있다. 또한 한국과 중국에 한정된 대기질 연구를 동북아시아 지역과 동아시아 전역으로 확대하고, 고농도 미세먼지의 원인 규명을 위한 ‘대기질 공동관측 프로젝트(晴天 Project)’를 추진하여 연구 역량을 강화하고 국제 공동연구 기구로서의 설립 기반을 마련토록 한다.

2016년 ‘한·중 공동연구단’ 연차 워크숍에서 중국측 공동연구단장이 대규모 공동관측 연구 추진계획을 제안한 바, 한국 국립환경과학원에서는 국내 참여연구자를 중심으로 이 프로젝트를 논의하고 있다. 본 프로젝트의 세부 연구내용은 중국 북부지역(베이징·톈진·칭다오 등 6개 도시)를 대상으로 대기성분 측정·분석, 항공입체관측, 모델링 평가 등이 포함되어 있으며, 2020년까지 3년간 한·중 공동연구단(양국 과학원) 및 국내외 전문가가 참여할 계획이다.

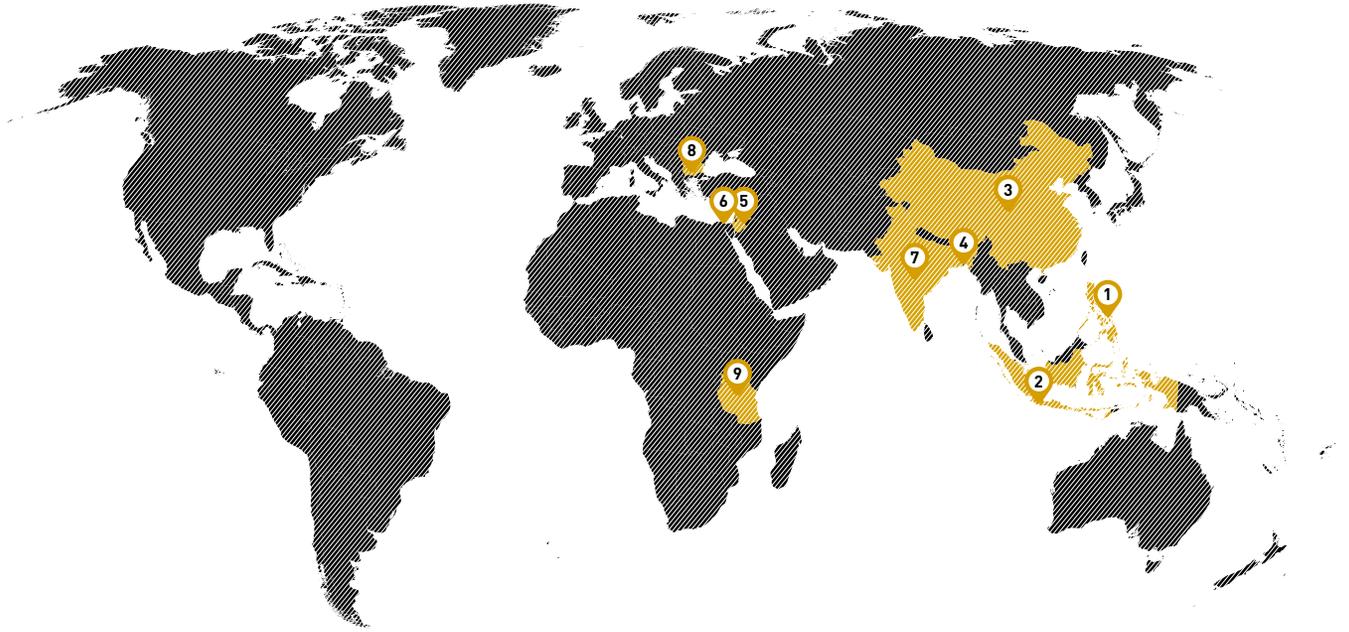
2단계에서는 1단계 공동연구 강화를 바탕으로 2025년까지 한·중 정부가 주도하는 ‘동북아시아 대기질 공동연구센터(JRO-AQ)’ 설립을 추진한다. 한국과 중국에서 더 나아가 동북아 지역과 동아시아 전역으로 연구 영역을 확대하고, 일본·몽골·러시아 등 동북아 주변국가의 참여를 도모하는 계획이다. 자세히 말하자

면 현재의 ‘한·중 공동연구단’을 2025년까지 한·중·일·러·몽·북 등 동북아 지역의 국가별 환경과학원 전문 인력과 영국·프랑스 등 국제 연구 인력이 공동 참여하는 형태로 확대하는 것이다.

이러한 야심찬 계획을 추진하는 과정에서 각국의 이해관계가 충돌하는 국제 협상의 특성상 많은 난관이 예상된다. 그러나 동북아의 유관 국가가 이미 고농도 미세먼지를 공통의 문제로 인식하고 있다는 점과 한국 정부의 미세먼지 해결에 대한 강력한 정책 의지를 고려할 때 여러 장애물이 잘 극복될 것으로 보이며, 명실상부한 새로운 동북아 국제 공동연구 기구로 자리 매김하여 미세먼지라는 공통의 문제를 해결할 수 있으리라 낙관해본다. **W**

참고문헌

- 중국환경보호부, 2013, 대기오염방지 행동계획
- 중국환경보호부, 2016, 대기질 공동관측 프로젝트(晴天 Project)
- 환경부, 2014, 제2차 수도권 대기환경관리 기본계획
- 환경부, 2015, 제2차 대기환경개선 종합계획('16-'25)
- 환경부, 2016, 6.3 미세먼지 관리 특별대책
- Kim, Cheol-Hee, 2016, NEASPEC as a Bridge between Science and Policy: Transboundary Pollutant Issue in East Asia, NEASPEC/SOM(21)/1, Annex IV. Technical paper
- Kim, Hyun Cheol, Soontae Kim, Byeong-Uk Kim, Chun-Sil Jin, Songyou Hong, Rokjin Park, Seok-Woo Son, Changhan Bae, MinAh Bae, Chang-Keun Song, Ariel Stein, 2017, Recent increase of surface particulate matter concentrations in the Seoul Metropolitan Area, Korea, Scientific Reports 7: 4710 DOI:10.1038/s41598-017-05092-8



세계 인프라시장 동향

1 필리핀

필리핀 건설시장 진출은 공공건설부터 기회가 생긴다

2 인도네시아

- [유망산업] 인도네시아 건설자재 시장동향
- 2017 인도네시아 물 산업 비즈니스 현장

3 중국

- 대서안 계획, 산시성 시안은 종합도시발전 추진
- 중 승안신구 키워드는 '인프라·친환경·스마트'

4 방글라데시

- 방글라데시 정부, 수도권 대중교통 인프라 확충 박차
- 일본국제협력기구(JICA), 방글라에 15억 9,000만 달러 지원 재결정

5 요르단

요르단 물 부족사태 악화, 수처리 프로젝트 진출 기회

6 이스라엘

이스라엘 건설시장 호조세, 중장비 시장 전망 밝음

7 인도

인도 철도산업 현대화로 사업기회 증가

8 불가리아

한국 기업에 유망한 불가리아 프로젝트 시장 정보

9 탄자니아

탄자니아, 수자원 GIS 도입 필요

필리핀 건설시장 진출은 공공건설부터 기회가 생긴다

2016~2017 세계경제포럼 국가경쟁력 순위 보고서에 따르면, 필리핀의 인프라는 ASEAN 6국(싱가포르, 말레이시아, 태국, 인도네시아, 베트남, 필리핀) 중 최저 순위이다. ADB는 2010~2020년까지 필리핀 내 각종 인프라 개선을 위해 1,270억 2,000만 달러 규모의 재원이 필요한 것으로 분석했다. 필리핀 정부는 2015년 118억 달러, 2016년 150억 달러, 2017년에는 170억 달러(GDP의 3%)로 매년 인프라 건설 예산을 늘려가고 있지만 여전히 인프라 건설 재원은 부족한 상황이다.

2017년 5월 필리핀 정부는 총액 1,104억 2,000만 필리핀 페소(약 22억 840만 달러) 규모에 달하는 지역 공항 유지보수 및 운영(O&M) 프로젝트를 취소하면서 타 인프라 건설 프로젝트에 집중할 것이라고 발표하였다. 현재 입찰 중인 프로젝트는 다음과 같다.

표1 필리핀 주요 민간협력 프로젝트 현황(입찰 중)

프로젝트명	구분	사업규모
New Nayong Pilipino at Entertainment City Project	관광	14억 7,000만 필리핀 페소 (약 2,940만 달러)
Regional Prison Facilities through PPP	치안	501억 8,000만 필리핀 페소 (약 11억 1,511만 달러)
LRT Line 6 Project	철도	650억 9,000만 필리핀 페소 (약 14억 1,051만 달러)
Road Transport Information Technology(IT) Infrastructure Project(Phase II)	교통 시스템	2억 9,800만 필리핀 페소 (약 645만 달러)
LRT Line 6 Project	교통	650억 900만 필리핀 페소 (약 4억 115만 달러)
NAIA PPP Project	공항	745억 6,000만 필리핀 페소 (약 14억 9120만 달러)

자료: 필리핀 민간협력(PPP)센터

최근 우리 기업의 진출 동향을 살펴보면, 공공 부문에서는 인천공항공사가 지역 공항 지보수 및 운영(O&M) 프로젝트에 관심을 가지고 필리핀 대기업과 컨소시엄을 맺어 사전 입찰자격까지 통과했으나, 최근 필리핀 정부에서 해당 프로젝트를 취소하였다. 이밖에도 연기된 공공 인프라 건설 프로젝트에 우리 건설 기업들이 현지 기업과 컨소시엄을 맺고 입찰을 했거나 준비 중인 상황으로, 최종 결과를 기다리고 있다.

민간 부문에서는 포스코건설이 2017년 6월, 필리핀 클락(Clark) 주거지역에서 주상복합 콘도미니엄인 '더 샵 클락힐스' 준공에 돌입할 계획이며, 2018년 완공을 목표로 하고 있다. 그 외에도 필리핀에서 2017년 1월 1일~5월 25일까지 1억 278만 달러 규모의(전체 우리 건설기업이 수주한 국가 중 액수로는 14위) 건설 수주를 우리 기업이 받아 공사를 수행하고 있다.

한편 중국은 2017년 5월 15일 개최된 '일대일로 국제협력 정상포럼'에서 필리핀에 8조 2,000억 필리핀 페소(약 1,640억 달러) 규모의 투자를 약속했다. 우리 기업에도 기회가 될 전망이므로 현지 건설기업과 컨소시엄 관계를 유지하며 진출을 노릴 필요가 있다. 철도 공사, 인천국제공항공사, 농어촌공사, 수자원공사 등 우리 공기업이 건설기업과 같이 진출을 모색 혹은 이미 인프라 건설 시장에 진출한 상태로, 다른 협력업체들의 동반 진출이 예상되고 있다. 또한 인프라 및 민간 건설을 통한 직접 진출뿐만 아니라 중고 건설장비, 차량 및 건설자재 수요가 증가할 것으로 예상되는 만큼 해당 분야에 우리 기업의 수출을 통한 진출도 추가적으로 가능할 것으로 전망된다.

자료원 : 필리핀 통계청(PSA), 필리핀 민간협력센터(PPP), 세계경제포럼 국가경쟁력 순위 보고서, KOTRA 마닐라 무역관 자료 종합
작성자 : 현성룡(필리핀 마닐라무역관)

2017-06-07

[유망] 인도네시아 건설자재 시장동향

코트라는 인도네시아 건설자재를 유망 품목으로 선정하였다. 첫 번째 근거는 우리 기업이 인도네시아로 이미 1억 8,735만 달러(인도네시아 재무부 지정 HS Code 기준) 가량의 건설자재를 수출한 바, 대기업뿐 아니라 중소·중견기업들 수출 실적이 골고루 발생하는 품목이기 때문이다.

두 번째 근거로, 인도네시아의 도시 인구가 증가하면서 부동산 시장이 점차 성장함에 따라 건설 프로젝트도 증가하고 있고, 그에 비례하여 건설자재에 대

한 수요가 늘었기 때문이다. 인도네시아 정부는 100만 채의 가정용 주택을 짓고 있는데, 그 중 60만 3,516채는 저소득층 가구, 39만 6,484채는 중산층 가구를 위한 집이다. 저소득층 대상 저가 아파트 6만 1,575채 건설도 계획 중에 있다. 인도네시아 건축시장에 대한 전망은 대내외적으로 긍정적으로 평가된다. ‘Asia Construction Look’에 따르면 인도네시아는 아시아에서 두 번째로 잠재력이 큰 건축시장으로 선정됐으며, ‘PwC’는 인도네시아의 인프라 구축 예산이 아시아태평양권 인프라 구축 예산의 약 10% 이상(2015년 기준)을 차지하고 있다고 밝혔다.

표2 2017년 인도네시아 민관합동 프로젝트 명부[The Public Private Partnership(PPP) Book]

분야	프로젝트명	예산규모(백만 달러, 추정)
토양 폐기물 및 위생 시설	Bandar Lampung water supply	81.48
	Final waste disposal site Legok Nangka, West Java	43.73
	Pondok Gede water supply	25
	Pekanbaru water supply	35.5
	Sindang Heula water treatment plant	17
교통시설	Kabil Port, Batam	729
	Kuala Tanjung International Hub Port, North Sumatera	3.67
	Bitung International Hub Port, North Sulawesi	532
	Makassar New Port	416
	Patimban Port, West Java	3,203
	Batam island railway	635
	Urban railway city of Medan	477.4
유료 도로 및 교각	Sukabumi - Ciranjang	103
	The 2nd Jakarta-Cikampek	834
	Tanjung Priok access toll road	281
	Yogyakarta-Solo toll road	113
통신	Yogyakarta-Bawen toll road	270
	Government multi function satellite	318
	Nusakambangan correctional institution	51.5
사회 인프라	Sport facility papua	38.9
	Sam ratulangi teaching hospital, North Sulawesi	28.7
	Bandung Street Lighting West Java	157

표3 2015~2019년 인도네시아 5개년 유료도로 개발 건설 계획

지역	2015	2016	2017	2018	2019	합계
수마트라(km)	1.23	16.81	38.52	73.52	44.92	175
자바(km)	123.78	123.78	173.19	327.08	83.93	831.76
칼리만탄(km)	-	-	29.71	29.71	19.8	79.22
발리(km)	-	-	-	-	-	0
슬라웨시(km)	-	-	11.7	27.3	-	39
총계(km)	125.01	140.59	253.12	457.61	148.65	1124.98

자료원 인도네시아 공공사업부(2016)

마지막 근거는, 인도네시아 정부가 주도하는 인프라 사업의 증가로 건설자재에 대한 수요가 급증하고 있기 때문이다. 현재 인도네시아 정부는 5,500km의 철로, 2,600km의 도로, 49개의 댐, 24개 항구와 35GW 규모의 전력 발전소를 건설할 계획이다. 2017년 인도네시아의 인프라 구축 예산은 290억 3,000만 달러(387조 3,000억 루피아)이며, 민관합동 프로젝트로는 22개 프로젝트가 발주 예정(예산규모 약 84억 달러 추산)이다. 지금까지 59억 7,000만 달러 규모의 5개의 해상교통 및 철로 구축사업과 16억 달러 규모의 유료도로 및 교각 건설 프로젝트가 발주된 상태이다.

자료원 : Euromonitor, Onesource, 인도네시아 무역부, 산업부, 재무부, 세무청, 한국무역협회, 대한민국 관세청, PwC, 각 주요 건설자재별 인도네시아 공인협회 및 KOTRA 자카르타 무역관 자료 종합
 작성자 : 허유진(인도네시아 자카르타무역관)

2017-06-15

2017 인도네시아 물 산업 비즈니스 현장

지난 7월 12~14일에 2017 인도네시아 수처리 전시회(13th INDO WATER 2017 Expo & Forum)가 개최되었다. 총 방문객은 약 1만 명, 477개 업체·정부기관에서 참여했으며, 해외에서는 21개국 374개 업체·정부기관에서 참가하였다. 한국에서는 코트라와 환경보전협회 공동주관으로 한국관이 운영되어 수위 조절

센서, 초음파 유량계, 하수처리 펌프, 정수기 및 정수장치 등을 취급하는 11개사가 참여하였고, LG 캐피탈 등 9개사도 별도로 참가하였다.

인도네시아는 세계 4위의 거대한 인구 규모, 인구 성장, 급속도로 진행되는 도시화, 도시 경제와 산업의 성장으로 인해 식수·하수 및 위생시설 분야의 사업 기회는 무궁무진하다. 자카르타(Jakarta), 수라바야(Surabaya), 반둥(Bandung), 발리(Bali), 메단(Medan), 마카사르(Makassar)와 같은 주요 대도시에서의 현대적 삶의 양식은 인도네시아 내의 물 수요를 급증시키고 있다.

국가개발계획부(Badan Perencanaan Pembangunan Nasional)에 따르면 2017년 기준 약 7,200만 명의 인도네시아 인들이 깨끗한 식수를 사용할 수 없는 상황이며, 2015~2019년까지 인도네시아 국가 중기 발전계획으로 인도네시아 모든 사람들이 깨끗한 식수와 정수된 물에 대한 접근권을 확보한다는 계획이다. 이를 위해 국가개발계획부는 2017~2020년까지 총 275조 루피아(207억 7,669만 달러) 규모의 자금조달을 예상하고 있다. 현재 해당 분야에 대한 국가 예산이 전체 자금의 30%, 지역 예산이 40% 조달될 것으로 보이며, 나머지 12%는 민간 분야, 8%는 국영 기업에서 조달할 것으로 보고 있다.

인도네시아 하수시설 및 위생설비 시장 규모는 2016년에 4조 2,000억 루피아로 전년 대비 5.2% 증가했으며, 전체 2016년 하수시설과 위생설비 공공사업 지출은 약 3,976억 루피아(약 2,989억 달러)였다. 2016년에 새로 시작된 프로젝트 일부는 자카르타의 44개 신규 공동폐수처리 시설 프로젝트 등으로, 공공사업부는 위 사업을 마무리 짓기 위해 아시아개발은행에서 187억 루피아(약 141만 달러)의 차관을 도입하였다. 물 공급 및 관리 서비스는 주로 지자체 단위로 인도네시아 지역 수처리 기업(PDAM)이 제공하고 있으며, 해당 회사는 식수 공급과 폐수처리 서비스를 제공하고 있다. 또한 해당 산업 분야에 민간기업들이 존재하고 있으며 주요 활동업체에는 Sembcorp Industries Ltd.(싱가포르), Dowa Holdings(일본)의 자회사인 PT Prasadha Pamunah Limbah Industri 등이 있다.

현재 인도네시아에서 수입하는 수처리 분야 제품의 3%가 한국산이며, 대부분은 중국이나 대만 제품을 사용하는 것으로 파악된다. 한국 제품 중에는 파이프, 밸브, 원심분리기가 수입실적이 가장 높은 품목군이다. 현지 바이어들을 한국 제품이 유럽, 독일, 일본 등의 제품보다 가격이 저렴하고 품질도 좋은 것으로 평가되고 있으나, 바이어 요구사항 수용도 제고, 기존 수출제품 및 수출 예정제품에 대한 유지 보수와 보증제도 개선 등이 필요한 것으로 전한다. 또한 물산업 분야에 종사하는 인도네시아 바이어들은 대개 한국의 제조업체와의 직접적인 거래를 원하기 때문에 신규 거래 발굴이나 기존 거래 유지를 위해서는 한국의 제조업체 영업 담당자가 제품에 대해 상세히 영어로 설명할 수 있어야 한다고 조언한다.

자료원 : GTA(Global Trade Atlas), INDOWATER 2017 디렉토리, KOTRA 자카르타 무역관 보유 자료, 유로모니터, 대한민국 관세청, 이코노미스트 및 KOTRA 자카르타 무역관 자료 종합
 작성자 : 허유진(인도네시아 자카르타무역관)

대서안 계획, 산시성 시안은 종합도시발전 추진

2017년 3월 전국인민대표대회 기간 중 산시성 대표단 전체회의에서 시안시 왕용강 서기는 리커창 총리에게 대서안공간구조계획도(大西安空间格局规划图)를 소개하여 언론과 대중의 주목을 받았다. 리 총리는 대서안 계획 추진을 원칙상 지지하며 시안이 서북의 용머리로서 펼쳐 일어나도록 대서안을 추진해야 한다고 하였고, 발전개혁위원회와 후속 추진을 함께할 것을 지시하였다.

대서안은 2010년 개최된 ‘대서안총체구획공간발전전략연구’ 논단에서 최초로 소개됐으며, 중국 서북지역 핵심구역인 산시성 관중에 위치한 시안시 행정구역과 함양시 주요 시 중심과 두 도시의 경계선에 위치한 서함진구 지역을 합친 규모와 기능이 확대·종합된 통합 도시계획이다.

미래 대서안은 국가의 중요한 과학기술연구개발 중심 하이테크기술 산업과 선진제조업, 상무비즈니스 물류와 금융 중심, 국제적 일류관광지 기능을 구비한 국가중심도시로서 국제화 대도시를 지향하고 있으며, 2020~2030년까지 단계별로 총인구 1,200만 명 이상, 세계 500대 기업의 지사 절반 이상, 외국 금융기구 100개 이상 입주 등 국제화 대도시의 기준 충족을 목표로 하고 있다.

왕용강 서기는 보고를 통해 과거 5년의 업무성과와 현재 경제상황을 검토하고, 향후 5년의 목표인 3(소강사회 완성, GDP 1조 위안 돌파, 국가중심도시 건설), 6(서부경제 중심, 실크로드과학혁신 중심, 대외교류 중심, 실크로드 문화고지, 내륙개방 고지, 국가종합교통중추 역할), 9(향후 5년간 9개 중요한 임무, 9개 분야 발전 추진)에 힘써 대서안을 진흥시킬 것이라고 강조하였다.

그림1 대서안공간구조계획도



자료 시안시규획국(西安市规划局)

주 위 지도는 2017년 2월 1일부터 서함신구(시안시 함양시 경계지역)가 전면적으로 관리운영이 시안시로 위탁 인계된 이후 정부 측에서 대외 공개된 최초의 대서안 공간배치관련 계획도임

시안은 중국 대외경제정책의 핵심인 일대일로 전략에서 중앙아시아 등 육상 실크로드의 중요 출발점이자 서부 경제거점으로, 서부 대개발을 통해 낙후된 서부 내륙시장을 발전시키는 주요임무를 지닌다. 이에 따라 대서안의 성공 여부에 따라 관중지역과 산시성을 넘어 서부지역의 발전에 큰 영향을 가져올 것으로 예상된다.

자료원 :

작성자 : Chang Jiang(중국 시안무역관)

2017-07-24

중 송안신구 키워드는 '인프라·친환경·스마트'

지난 4월 1일 중앙정부와 국무원이 송안신구(雄安新區) 설립 계획을 발표한 후 100일이 지나면서 송안신구의 윤곽이 서서히 드러나고 있다. 허베이성 송셴(雄县), 룡청(容城), 안신(安新) 3개 현 및 주변 부분지

역을 포함하는 송안신구는 베이징, 텐진, 바오딩(保定) 등 세 지역의 중심에 위치한다. 송안신구는 시진핑 주석의 영도와 중앙정부의 전폭적 지원 하에 '친환경, 스마트' 도시로 탈바꿈할 것이며, 이를 위한 인프라 투자도 대폭 활성화될 것으로 전망이다. 초기 개발 면적은 약 100km²이며, 중기적으로는 약 200km², 장기적으로는 2000km²로 확대될 예정이다.

송안신구는 시진핑 주석이 지시한 '송안신구 7대 건설 요구'에 의해 친환경·인프라·IT산업·공공서비스 등이 유망산업으로 선정, '인프라, 친환경, 스마트'를 3대 키워드로 제시하고 있다.

송안신구가 특별히 각광을 받는 이유는 국무원의 비준만 받았던 기존의 특구와 달리, 중국 최고지도자가 지정했기 때문이다. 2017년 4월 말 기준, 중국에는 7개의 경제특구, 219개의 개발구, 145개의 하이테크

표4 승안신구 7대 요구 및 유망산업

연번	요구	유망산업
1	녹색 스마트 시티 건설	친환경, 정보산업
2	친환경 생태도시 건설	환경보호, 수질 개선
3	하이테크산업 육성, 혁신형 경제성장 추진	정보서비스, 빅데이터, IT 분야
4	수준 높은 공공서비스 제공	교육, 의료 등 공공서비스
5	편리하고 효율적인 교통 네트워크 구축	교통인프라
6	행정체제 개혁 심화	기업설립 절차 간소화
7	전방위 대외 개방 확대	외자진입 규제 완화

자료원 일본 MUFG

산업개발구, 11개의 자유무역구, 그리고 이번에 발표된 승안신구를 포함한 19개의 신구(新區)가 존재한다. 중국 관영매체 신화사는 승안신구에 대해 “중국의 1대 경제특구인 선전(深圳)경제특구, 1대 신구인 상하이푸동(上海浦東)신구에 이어 매우 중요한 의의를 지닌 신구로, 중국의 천년대계이자 국가대사(千年大計, 國家大事)”라고 홍보하고 있다. 이에 따라 중앙정부의 전폭적인 제도적 지원이 따를 것으로 기대되며, 중국 국유 기업들이 대거 지원사격에 나선 상황이다. 이미 중국 철도건설회사, 중국교통건설회사, 중국건축공정총사 등 국유건설사, 시노펙, 중국야금화학공업그룹, 중화전력(中電)그룹 등 에너지사, 차이나 유니콤과 같은 통신사들도 승안신구에 투자의향을 밝혔다.

승안신구는 베이징의 비(非)수도기능 이전, 허베이성의 산업 구조조정, 징진지(京津冀) 일체화를 목적으로 추진되며, 이는 시진핑 주석이 수도권 통합발전을 위해 실시하고 있는 징진지 프로젝트의 핵심으로 풀이된다. 이에 따라 징진지 지역의 지역경제 발전의 새로운 동력을 제공할 것으로 기대된다.

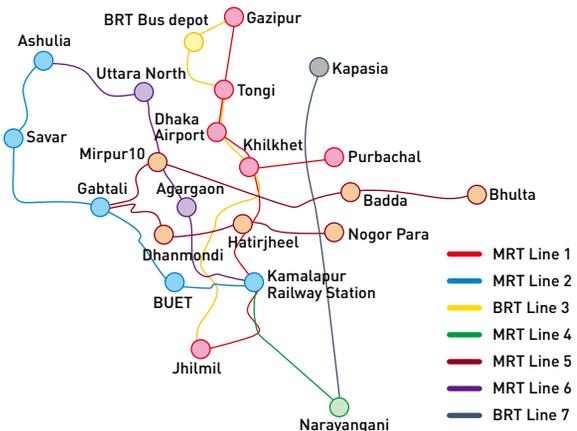
자료원 : KOTRA 베이징 무역관
 작성자 : 김윤희(중국 베이징무역관)

2017-07-13

방글라데시 정부, 수도권 대중교통 인프라 확충 박차

방글라데시의 수도 다카는 인구가 가장 빠르게 늘고 있는 대도시로, 급격한 도시화로 인해 교통 인프라 부족이 심각하다. 다카의 열악한 교통인프라로 인한 교통 정체는 대기오염, 불필요한 이동시간 증가를 낳고 있으며, 이로 인해 매년 39억 달러 수준의 경제적 비용이 따르는 것으로 파악된다. 이에 방글라데시 정부는 다카시 대중교통 수송분담률을 60~80% 수준으로 개선하고, 교통 문제를 완화하고자 다카 지역의 간선급행버스체계(Bus Rapid Transport, BRT) 및 도시철도(Mass Rapid Transit, MRT)를 구축할 계획이다. 현재 BRT 3호선 구축사업과 MRT 6호선 사업이 추진 중이며, 총 5개 MRT와 2개 BRT 노선이 계획되어 있다. 사업 대부분은 2020~2035년까지 계획되어 있고, 정부의 추진 의지가 높아 원조자금 및 민관 협력자금 등이 조성되면 조기 추진 가능성도 높다. 지금까지 세계은행이 5,200만 달러(교통분야 전반), 아시아개발은행

그림2 BRT 및 MRT 노선도



자료 Revised Strategic Transportation Plan(RSTP)

표5 BRT 및 MRT 구축계획

노선	사업 내용	비용	재원	단계
MRT Line 1	총 78.6km(고가 63.3km, 지하 15.3km)	87억 달러	미정	F/S 전
MRT Line 2	총 40km(고가 40km)	37억 달러	미정	F/S 전
BRT Line 3	총 22.4km	2억 달러	WB	설계완료
BRT Line 3 (연장)	총 20.5km	2억 5,000만 달러	ADB	시공 전
MRT Line 4	총 16km(고가 16km)	17억 달러	미정	F/S 전
MRT Line 5	총 35km(고가 24.9km, 지하 9.1km)	43억 달러	미정	F/S 전
MRT Line 6	총 20km	28억 2,000만 달러	JICA	시공 전
MRT Line 6 (연장)	총 21.8km(고가 21.8km)	21억 달러	미정	F/S 전
BRT Line 7	총 36km 지면 도로	2억 6,000만 달러	미정	F/S 전

자료 JICA(Japan International Cooperation Agency) 홈페이지

행(ADB)이 1억 6,000만 달러(BRT 3호선 사업), 일본 국제협력기구(JICA)가 21억 달러(MRT 6호선 사업)를 지원하고 있다. 이번 계획은 버스전용도로, 고가도로, 환승주차장 등 다양한 분야로 한국 기업의 참여가 가능하며, 이미 2013년 한국 설계업체가 BRT Line-3 버스전용차로 사업을 수주(190만 달러 규모)한 경험도 있다.

자료원 : DTCA(Dhaka Transport Coordination Authority), WB, ADB, JICA 및 KOTRA 다카 무역관 자료 종합
 작성자 : 장재호(방글라데시 다카무역관)

2017-06-07

억 2,300만 엔(약 15억 9,000만 달러)의 지원을 재결정하게 되었다.

6개 프로젝트는 모두 방글라데시 정부가 7차 5개년 국가발전계획(2016~2020)에 따른 ‘비전 2021’에 포함 된 것으로, 5년 내 공사가 종료되는 진행이 확실한 사업들이다. JICA 발주 사업의 경우에는 일본 기업의 입찰만 가능하지만, 최근 일본 기업이 수주한 사업을 분리발주하는 사례가 많다. 이러한 사업에 국내 건설사들도 많이 참여하는데, 대부분 대규모 예산이 투입되는 사업이므로 면밀한 검토가 필요하다.

일본국제협력기구(JICA), 방글라에 15억 9,000만 달러 지원 재결정

1972년 6월 27일 방글라데시-일본 양국 간 수교 이래 일본은 원조 및 차관을 계속 확대해왔고, 2014년 아베 총리 방문 당시 총 6조 원 규모의 인프라 투자-지원을 약속하였다. 하지만 2016년 7월 1일, 방글라데시 다카 시내에서 테러가 발생하여 일본인 7명이 사망한 사건으로 이 약속은 전면 보류되었다. 그로부터 1년이 지난 올해 7월 2일, 일본 정부는 JICA의 ODA 자금으로 6개 인프라 프로젝트에 대해 총 1,782

표6 일본국제협력기구 지원 6개 인프라 프로젝트

연번	프로젝트명	금액(만 엔)
1	Hazrat Shahjalal International Airport Expansion Project	768억 2,500
2	Kanchpur, Meghna and Gumti 2nd Bridges Construction and Existing Bridges Rehabilitation Project	527억 3,000
3	Dhaka Mass Rapid Transit Development Project(Line 1)(E/S)	55억 300
4	Matarbari Ultra Super Critical Coal-Fired Power Project	107억 4,500
5	Dhaka Underground Substation Construction Project	204억 7,700
6	Small Scale Water Resources Development Project(Phase 2)	118억 5,300

자료 일본국제협력기구 홈페이지

이 밖에도 아시아개발은행(ADB)과 세계은행 지원 프로젝트도 진행 중이므로 국내 건설사의 진출방안 검토가 필요하다.

표7 아시아개발은행 지원 6개 인프라 프로젝트

연번	프로젝트명	금액(만 달러)
1	Bangladesh Power System Enhancement and Efficiency Improvement Project	6억 1,600
2	South Asia Sub-regional Economic Cooperation Dohazari to Cox's Bazar Railway Project(phase-1)	15억
3	Khulna/Rupsha 800MW Combined Cycle Power Plant	8억
4	Dhaka Water Supply Network Improvement Project	2억 7,500
5	Dhaka Environmentally Sustainable Water Supply Project	2억 5,000
6	Natural Gas Infrastructure and Efficiency Improvement Project	1억 6,700
7	Bangladesh Power System Expansion and Efficiency Improvement Investment Program: Ashuganj 400MW Combined Cycle Power Plant	3억 8,800
8	South Asia Sub-regional Economic Cooperation Road Connectivity Project(SASEC 2)	12억

자료 아시아개발은행 발간자료

표8 세계은행 지원 6개 인프라 프로젝트

연번	프로젝트명	금액(만 달러)
1	Chittagong Water Supply Improvement and Sanitation Project	4,750
2	Bangladesh Regional Waterway Transport Project	3억 6,000
3	Bangladesh Weather and Climate Services Regional Project	1억 1,300
4	Bangladesh Modern Food Storage Facilities Project	2억 1,000
5	Construction of Airport - Mohakhali phase of Bus Rapid Transit(BRT) Line 3	2억 5,000
6	Dhaka Sanitation Improvement Project	3억 3,000

자료 세계은행 발간자료

자료원 : JICA 홈페이지, WB, ADB, 현지 언론, KOTRA 다카 무역관 자료 종합
 작성자 : 장재호(방글라데시 다카무역관)

2017-07-21

요르단 물 부족 악화, 수처리 프로젝트 진출 기회

2011년 촉발된 시리아 사태로 난민(약 140만 명)이 급격히 요르단으로 유입되면서 요르단의 물 수요 증가율은 21%에 달하고 있다. '2016~2025 요르단 수도 전략보고서'에 따르면, 1인당 연간 수도 이용량이 시리아 사태 전 147㎥에서 123㎥로 떨어졌다. 난민이 많이 유입된 요르단 북부지역(제라쉬, 이즐룬, 이르비드, 마프락 4개주)의 물 수요는 40% 급증했다.

국제정치적 요인뿐만 아니라 기후변화도 요르단 물 사정을 악화시키고 있다. 요르단 정부가 미국 스탠포드대학에 의뢰해 연구한 '2013~2020 요르단 기후변화 정책보고서'에 따르면, 지난 20년간 평균기온이 1~4도 높아졌고 강수량은 15~60% 감소했다. 1995~2013년까지 19년 동안 13년(68.4%)의 강수량은 연평균 강수량을 밑돌았고, 가뭄도 평년에 비해 길어졌다.

요르단은 지난 2013년 약 8억 달러를 들여 동남부 디시 지역에서 수도 암만까지 잇는 325km 파이프를 완공해 연 1억㎥에 달하는 상수를 공급함으로써 물 부족사태를 해소할 수 있었다. 그러나 시리아 사태로 인한 난민 유입으로 새로운 수자원 개발에 주력하고 있다.

현재 요르단 정부의 관심사는 홍해-사해 연결 프로젝트로 담수화한 물을 이용하는 것이다. 이 사업에 전 세계에서 5개 컨소시엄이 참여했고, 한국에서도 수자원공사 등이 참여했다. 조만간 입찰제안서를 공고해 6개월 내 제출받고 3개월 뒤에 평가 발표한다는 일정이다. 1단계에서는 연간 3억㎥의 해수를 취수해 담수 처리하고, 2단계에서는 20억㎥까지 늘릴 계획이라 한다. 그 외에도 심층지하수 신규 개발, 낡은 관 교체, 불법 상수채취 금지 등 다양한 정책이 강구되고 있다.

지역적으로는 난민 유입이 심한 북부지역 지원에

힘이 실리는 형국이다. 이에 따라 디시-암만을 잇는 파이프를 연장하여 물 부족이 심각한 북부에 공급할 계획이다. 2017년 4월 8일 요르단 물키(Mulki) 총리는 암만과 자르카 주 수도개발화 사업에 총 9억 3,000만 달러를 투자한다는 계획을 발표했다. 이 밖에도 미국, 한국, 사우디, 유럽재건은행, 독일, 영국 등 다양한 공여국 지원으로 총 21개 프로젝트가 지원되면 상수도 공급률을 현재 80%에서 2025년까지 90%로 끌어올릴 계획이다.

비산유국인 요르단은 재정이 열악한 관계로 유럽 선진국과 국제기구, 인근 걸프국의 원조를 통해 인프라 구축사업을 많이 하고 있는데, 특히 시리아와 이라크 난민 수용으로 국제사회의 전폭적 지지와 원조를 얻고 있다. 난민 유입과 기후변화로 인해 요르단에 다양한 수처리 프로젝트가 이어지는 만큼, 역량 있는 현지 파트너를 잘 찾아 우리 수처리 산업의 진출 기회로 삼아야 할 것이다.

자료원 : Jordan Times, 요르단 엔지니어링 Gama사 면담, KOTRA 암만 무역관 보유자료
 작성자 : 이민호(요르단 암만무역관)

2017-06-13

이스라엘 건설시장 호조세, 중장비 시장 전망 밝음

BMI 전망에 따르면 이스라엘은 인프라 확대 및 주택건설 프로젝트로 건설시장이 꾸준히 증가할 것으로 전망하고 있다. 현재 정부는 각종 에너지(천연가스) 사업, 교통인프라 확대 사업, 추가 주택건설 사업을 추진 중이며, 2017년 건설 시장규모는 199억 달러로 추정된다.

이스라엘 정부는 지난 2016년 8월, 285개의 추가 주택건설 계획을 발표하였고, 요르단과 협력하여 수자원 확보를 위한 담수 프로젝트(사해 물 공급 연결을

위한 건설 프로젝트) 계약을 진행 중이다. 지난 2016년 12월, 요르단은 해당 프로젝트에 4억 달러 투자금 유치를 발표한 바 있다. 에너지 분야에서는 대기업인 Delek Group의 자회사인 Delek Drilling과 Avner Oil사가 HSBC 및 JP Morgan과 지중해 리비아탄 천연가스전 개발 프로젝트(1억 7,000만 달러 규모)에 계약을 체결했으며, 2017년부터 가스 생산이 진행될 예정이다. 교통 인프라로는 현재 텔아비브에 지하철 건설 프로젝트를 진행하고 있으며, 기차 레일 건설 등의 교통 프로젝트를 진행 중이다.

이러한 건설시장 호조와 함께 한국의 대이스라엘 중장비 수출도 꾸준히 증가하고 있다. 이스라엘은 한국의 중장비 수출 대상국 27위로, 2016년 기준 전년 대비 11.4% 증가한 3,745만 달러를 기록하였다(2017년 4월 현재 2,149만 달러 수출). 이스라엘은 중장비 현지 생산이 없어 수입에 의존하고 있다. 총 6개의 중장비 전문 수입업체(Comtran, Zoko, M.Bar, Or Pathishim, Comasco, IC Tools)들이 수입 및 유통을 담당하고 있고, 해외에서(대부분 중국) 중장비 부품을 수입해 개조 및 조립 후 해외(대부분 유럽)로 수출하기도 한다.

한국과 이스라엘은 FTA 체결 협상이 임박해 있어, 향후 협상 발효 시 관세율 조정에 따라 한국산 중장비 경쟁력이 확대될 전망이다. 이에 따라 한국의 대이스라엘 중장비 수출이 증가할 것으로 예측된다.

자료원 : BMI, 이스라엘 통계청, 한국무역협회, 이스라엘 경제지 The Marker, KOTRA 텔아비브 무역관 자료
 작성자 : 윤주혜(이스라엘 텔아비브무역관)

2017-07-27

인도 철도산업 현대화로 사업기회 증가

인도의 철도는 세계 최대 철도 네트워크 중 하나로,

매일 1만 1,000대의 열차가 10만 8,706km를 운행하고 있다. 하지만 대부분의 철도시설이 영국 식민지시대의 유산으로 노후화 문제가 심각하다. 인도 철도부(Ministry of Railways)는 승객 서비스 및 안전 향상, 철도 네트워크 확장, 재정적 지속가능성을 확보하고자 향후 5년간(2017~2021) 8조 5,000억 루피(1,300억 달러)를 투자하는 계획을 발표했다. 방대하고 다양한 인도의 철도시설 현대화 프로젝트 중에서도 이번 보고서는 철도역 재개발 프로젝트에 초점을 맞추었다.

인도 철도역 재개발 사업의 주안점은 1) 도시 신경망의 중심으로서 철도역의 역할(소매 상가, 오피스 공간, 호텔, 식당 등) 비전 제시, 2) 인도 도시의 큰 문제가 되는 불법 노점상의 접근 금지, 3) 외국인 직접투자 100% 허용, 4) 45년 임대기간 제공, 5) 컨소시엄 입찰 가능, 6) 투명하고 객관적인 선정절차 확보 등이다. 100여 개 도시에 2,200에이커의 토지를 소유하고 있는 인도 철도부는 총 세 단계로 나누어 철도역을 입찰할 계획으로, 1단계에는 411개, 2단계에는 100여 개, 3단계에는 250여 개 정도다.

인도는 승객의 소득 수준에 따라 철도역을 A1, A, B, C, D, E, F의 7등급으로 구분하는데, A1과 A등급 철도역의 수만 해도 400개가 넘는다. 이처럼 400개의 A1, A등급 철도역을 중심으로 재개발하는 프로젝트가 진행될 것으로 예상하며, 그동안 인도 철도부가 추진했던 프로젝트 중 가장 큰 부가수입을 창출할 것으로 예견된다.

첫 단계로 선정된 23개 철도역은 첸나이 센트럴(Chennai Central), 란치(Ranchi), 우다이푸르시티(Udaipur City), 인도르(Indore), 예스완트푸르(Yesvantpur), 벵갈루루칸트(Bengaluru Cantt.), 비사카파트남(Visakhapatnam), 하우라(Howrah), 카마카(Kamakhya), 파리다바드(Faridabad), 잠무타

위(Jammu Tawi), 세쿤데라바드(Secunderabad), 비자야와다(Vijayawada), 코지코드(Kozhikode), 보팔(Bhopal) 등이다. 재개발되는 기차역에는 디지털 표지판, 에스컬레이터, 엘리베이터, 티켓 판매기, 고급 라운지, 가방 검색기 등의 시설을 설치할 예정이다. 이 프로젝트들은 공정한 입찰을 통해 민관 파트너십(PPP) 모델로 진행할 예정이며, 재개발에 수반되는 비용은 여유공간 등에 상업시설을 개발하는 것으로 충당할 예정이다.

현재 보팔 철도역은 이미 개발업체 Bansal Group에 재개발을 위탁한 상황이다. Bansal Group은 10억 루피(1,500만 달러)를 투자해 1979년 건설했던 보팔 철도역을 보수하고, 35억 루피(5,500만 달러)를 투자해 주변 1만 7,245㎡를 상업지구로 개발할 예정이다. 이 밖에도 말레이시아에서 구성한 컨소시엄이 수랏 철도역 입찰에 참여했으며 또 다른 말레이시아 컨소시엄이 인도르, 우다이푸르, 만드라, 파리다바드, 하우라, 세쿤데라바드의 입찰기한 연장을 요청하고 있다. 말레이시아는 정부 간 파트너십 방식으로 또 다른 20개 기차역에 1,000억 루피(16억 달러) 투자를 고려하고 있다.

인도의 철도 네트워크는 지속적으로 증가하고 있으며, 5년 후 인도의 철도산업 규모는 세계시장의 10%(세계 3위)를 차지할 전망이다. 특히 철도역 재개발 프로젝트는 다양한 산업 분야에 사업기회를 제공하는 종합 프로젝트로, 현재 말레이시아 외에도 한국을 비롯한 프랑스, 일본, 스위스, UAE, 쿠웨이트, 슬로바키아 등 다수의 국가에서 관심을 보이고 있다. 이 밖에도 인도 철도부는 새로운 광고정책에 따라 전국 2,175곳의 철도역에 10만 개의 대형 디지털 스크린을 설치할 계획이고, 열차충돌 방지를 위해 향후 5년간 전국 28개 프로젝트에 ETCS(European Train Control System)를 설치할 예정이며, 전국에 걸친 전기 송전

네트워크 구축을 위해 입찰 규모가 800억 루피(12억 달러)에 달하는 6건의 사업을 진행할 예정이다. 인도 철도 현대화 프로젝트는 실현가능하고 매력적인 분야이기 때문에 국내기업들도 상세한 내용을 파악하여 적극적으로 참여할 필요가 있다.

자료원 : 인도 철도부, McKinsey, IBEF, Livemint, Financial Express, Indian Express, Economic Times, KOTRA 콜카타 무역관 자체 조사
 작성자 : 박영선(인도 콜카타무역관)

2017-07-17

한국 기업에 유망한 불가리아 프로젝트 시장 정보

불가리아 정부는 지난 2017년 6월 15일 제12회 ‘Strategic Infrastructure and Investment’ 콘퍼런스를 개최하였다. 주요 부처의 장관, 차관, 국장급 이상의 고위 공무원이 참가했으며 관련 공기업, 사기업 및 전문가들과 주요 개별 기업들이 앞으로 시작될 입찰에 대해 발표했다. 교통부장관(Ivaylo Moskovsku), 에너지 장관(Temenujka Petkova), 지역개발공공사업부 차관(Malina Krumona) 등이 주요 연사로 참여했으며, 향후 입찰 예정인 교통 분야(고속도로, 철도, 해상 및 지하철 프로젝트), 에너지(천연가스 수송관, 에너지 그리그), 환경(폐기물 및 수처리) 분야에 대한 도전 과제에 대해 논의하였다.

우선 교통 분야에서는 2014~2020년까지 진행될 2차 EU 기금 프로젝트로 OP(Operational Programme: Transport and Transport Infrastructure)에서 16억 유로, CEF(Connecting Europe Facility)에서 약 4억 유로의 예산을 활용할 계획이다. 불가리아 정부는 이 기금을 통해 노후화된 교통 인프라 및 복합터널 등 주요 교통시설의 인프라 개보수, 확장 공사, 현대화를 계획하고 있다. 곧 입찰이 시작될 프로젝트로는 스트루마(Strouma) 고속도로 3

구간 프로젝트로 3.1구간인 젤레즈니차(Jeleznitsa) 터널에 약 220만 유로, 3.2구간에 약 450만 유로가 투입될 예정이다. 스트루마 고속도로는 환경보호 구역이며, 잦은 지진 발생으로 내진 설계를 해야 한다. 작은 터널과 교량 설계를 해야 하므로 가장 구축하기 어려운 구간이다. 현재 환경영향 평가보고서를 제출한 상태이며, 새로운 입찰은 2017년 말에서 2018년 초에 시작될 전망이다. 젤레즈니차 터널 프로젝트는 작년에 입찰이 시작됐으나 입찰 과정에서 불공정 거래가 확인되어 4월에 중단된 사업이다.

철도 프로젝트는 2차 EU 기금 중 가장 많은 예산을 차지하고 있다. 주요 프로젝트로는 플로르디브-부르가스 구간 철도 개보수 프로젝트(115만 유로), 엘렌피린-코스테네츠(약 500만 유로), 코스테네츠-셴렘브리(약 200만 유로)가 있다. 엘렌피린-코스테네츠 구간의 프로젝트는 산지가 많아 터널공사가 필요한 구간으로 터널공사 경험 있는 한국 기업에 유리한 사업이다. 본래 이 프로젝트는 2016년 말 발주될 예정이었으나 2016년 11월 대선 이후 정권 교체, 내각 사퇴에 따른 행정 공백으로 지연되었다. 현재 불가리아 철도시설관리공단(NRIC)은 가급적 빨리 프로젝트 입찰을 공고하기 위해 관련 서류를 준비 중이다.

에너지 사업에도 관심이 증가하고 있다. 페트코바 에너지 장관은 불가리아 정부의 우선순위 중 하나가 에너지 공급선을 다변화하는 것이라 말했으며, 특히 천연가스 공급망에 우선순위를 두고 있다. 불가리아는 지형학적으로 중동, 러시아, 유럽의 중간에 위치하여 에너지 허브로서의 장점을 지니며, 천연가스 공급망의 공급선 다변화로써 에너지 안보를 보장하고 러시아 의존도를 낮출 수 있다. 2016년 11월 불가리아-루마니아 간 가스 공급망이 구축됐으며, 현재 불가리아(Stara)와 그리스(Komotini)를 잇는 2단계 가스

망 연결을 계획 중이다. 총 길이는 182km이며 약 2억 5,000만 유로의 규모이다. 이 중 8,000만 유로는 EU 자금 활용, 나머지 예산은 투자은행을 통해 조달할 예정이다라 한다. 터키와 세르비아 구간을 각각 연결하는 사업도 계획 중이다. 세르비아 구간은 약 55km로 약 6,500만 유로 규모이며, EU 자금을 통해 약 4,900만 유로를 조달할 예정이다. 터키 구간은 75km로 약 1억 유로 규모이며, 재원은 아직 확보되지 않았다. 이 밖에도 불가리아 내부에 가스 공급망 개보수를 위해 1억 2,000만 규모의 입찰이 공고될 예정이다.

지역개발부 차관과 환경부 차관은 이번 콘퍼런스에서 환경 분야 우선순위에 대해 발표하였다. 지역개발부 차관은 수처리 분야의 포괄적인 국가 개발전략을 수립하기 위해 세계은행과 협의 중이다 밝혔다. WB의 분석에 따르면, 수처리 현대화를 위해 약 60억 유로의 예산이 필요하며, 현재 EU 기금 OP 프로그램 중 환경 분야에 약 17억 유로가 배정(이 중 12억 유로가 수처리 분야)되었다고 한다. 환경 분야 전체 금액의 67%가 수처리 예산으로 배당되었으며, 나머지 2억 8,000만 유로는 하수처리 분야, 7,600만 유로는 매립지·홍수 리스크 방지 등에 배정되었다. 2015년부터 시작된 환경 분야 프로젝트는 현재 약 20%밖에 진행되지 않아 2020년까지 예산 소진을 위해 향후 2년간 많은 프로젝트가 발주될 것으로 전망된다. 수처리 분야 EU 기금은 예산 규모가 상대적으로 작아 한국 기업에는 매력적이지 않을 수 있지만, 향후 대형 프로젝트 수주를 위한 경험으로 입찰에 참여할 필요가 있다. 가장 큰 프로젝트 중 하나는 소피아 열병합발전소 프로젝트로 약 1억 3,500만 유로 규모이며, 60~70%의 EU 기금으로

운영될 예정이고, 2017년 말 소피아 시에서 발주할 것으로 보인다.

자료원 : KOTRA 소피아 무역관 자료 종합
작성사 : 허종원(불가리아 소피아무역관)

2017-07-19

탄자니아, 수자원 GIS 도입 필요

탄자니아 수자원부(Ministry of Water and Irrigation)는 2017년 3월까지 농촌 지역의 72.58%가 깨끗한 수자원을 공급받고 있는 상태라고 밝혔다. 2020년까지는 각 주도(Regional Capital City)의 수자원 접근성을 86%에서 95%, 나머지 농촌지역은 60%에서 75%까지 개선할 예정이다.

탄자니아 수자원 공급의 가장 큰 문제 중 하나는 33%로 높은 무수수량¹ 비율이다. 이로 인한 월평균 손실액은 15억 8,000만 탄자니아 실링(약 710만 달러)이다. 주요 원인으로는 수자원 절도와 노후된 인프라이다. 물 생산(Generation of Water)도 감소해 2016년 3월 각 주도의 1일 물 생산량은 4억 7,000만 리터였는데 2017년 3월에는 4억 리터에 머물러, 전년 대비 15% 감소했다.

현재 탄자니아 정부는 수자원 절도방지를 위해 미리 요금을 내고 수도를 이용하는 Pre-paid 계량기 제도(전기 LUKU제와 유사) 도입을 검토 중이며, 민관협력 하에 더욱 효과적으로 수자원 관리를 계획 중이다. 또한 '물과 환경보호 프로그램(Water and Environmental Protection Programme)' 시행으로 수자원 인프라 개선에도 박차를 가하고 있다. 전 국토

¹ 무수수량(Non-revenue Water): 정수장에서 소비지로 공급한 물 중에서 소비자에게 도달하지 않고 누수가 됐거나, 소비자에게 도달했지만 수도 요금을 징수할 수 없게 된 물의 양

에 걸쳐 두 단계로 시행 중인데, 첫 단계에선 1,333개의 프로젝트가 완료됐고 477개의 프로젝트는 마무리 단계이다. 2016년 7월부터 시작된 두 번째 단계에선 4,105개의 마을의 수자원 인프라 구축을 목표로 한다. 2017/18년에 예산으로는 2,378억 탄자니아 실링이 배정받았다.

탄자니아는 본래 수자원이 풍부하다. 대표적인 수원인 빅토리아 호수는 면적이 6만 9,500km²로 아프리카에서 가장 넓고, 세계에서 두 번째로 면적이 넓은 담수호이다. 면적이 3만 3,000km² 인 탕가니카 호수는 최대 수심이 1,430m로 전체 부피·깊이로는 세계 두 번째로 큰 담수호라 한다. 이 호수는 탄자니아, 콩고민주공화국(DR 콩고), 부룬디, 잠비아와 이웃하고 있다. 따라서 앞으로 탄자니아 수자원 관리의 핵심은 GIS 기술을 활용한 대규모의 수자원 관리라 할 수 있다. GIS를 도입하면 수도시설을 한눈에 조망함으로써 수자원의 통합적인 관리가 가능하며, 유수율(Revenue Water Ratio) 분석, 누수량 감시, 단수지역 분석 가능 및 절도 예방에도 효과적이다. 단수상황 시 비상관로를 찾아내는 가상 시뮬레이션을 통해 효율적인 유지보수도 가능하며, 거대 수자원 관리에 있어서

도 실시간 영상과 수위, 유입량, 방류량 및 저수율 데이터 표출이 가능해 과학적인 의사결정이 가능하다.

한국수자원공사는 GIS 기반 수자원 관리체계를 통해 효율적인 수자원 관리를 하고 있는 만큼 이러한 기술력과 실증데이터를 바탕으로 아프리카 지역 시장개척도 가능할 것이다. 탄자니아 정부는 수자원 개발을 위해 최근 루수모(Rusumo) 수력발전소 등 대형공사를 추진 중으로, 우리 기업의 관심이 요구된다. 이 밖에도 서쪽 은갈라(Ngala) 지역에서 루수모 폭포를 이용하는 수력발전소와 댐 건설이 2017년 3월 30일 개시되었다. 세계은행의 자금(3억 4,000만 달러)으로 추진되는 해당 발전소는 2019년 완공 예정이며 중국 CFCOC Group가 시공 중이다.

자료원 : The Citizen, CIA Factbook, UN, 한국수자원공사, Rusumo Project 및 KOTRA 다레살람 무역관 자료 종합
 작성자 : 전우형(탄자니아 다레살람무역관)

2017-05-29

표9 동아프리카 공동체(EAC) 6개 회원국 간 식수공급률 비교(2015년)

단위: 백만 명, %

국가명	인구	식수 공급률		
		도시	농촌	평균
탄자니아	52	77	46	62
남수단	13	67	57	62
케냐	47	82	57	70
르완다	13	87	72	80
부룬디	11	91	74	83
우간다	38	96	76	86

자료원 Millennium Development Goals Database(2015), CIA World Factbook(2017)

세계 ODA사업 동향

세계은행 신규 승인 사업
2017년 6월~2017년 8월



세계은행에서 승인되는 최신 도시 및 인프라 건설 관련 프로젝트 소개

사업명	국가	지역	차용금액 (100만 달러)	승인날짜
01 카메룬 포용도시 및 탄력적도시 개발 프로젝트 Cameroon: Inclusive and Resilient Cities Development Project	카메룬	아프리카	160.0	2017-8-22
02 녹색환경펀드: 중국 지속가능도시 통합 접근 시범사업 GEF China Sustainable Cities Integrated Approach Pilot	중국	동아시아 태평양	32.73	2017-7-27
03 케냐 도시지원 프로그램 Kenya Urban Support Program	케냐	아프리카	300.0	2017-7-26
04 서안과 가자지구 제3차 지방자치도시 개발 프로젝트 GZ-Third Municipal Development Project	서안과 가자지구	중동 및 북아프리카	16.0	2017-7-21
05 자연재해 대비를 위한 중요 인프라시설 강화 Strengthening Critical Infrastructure against Natural Hazards	타지키스탄	유럽 및 중앙아시아	50.0	2017-7-10
06 세네갈 도시 상하수도 사업-추가금융 Senegal Urban Water and Sanitation Project - Additional Financing	세네갈	아프리카	30.0	2017-7-6
07 산사(三峽) 현대물류센터 인프라 프로젝트 Three Gorges Modern Logistics Center Infrastructure Project	중국	동아시아 태평양	200.0	2017-6-30
08 치즈맨버그 매립지 및 도시위생 프로젝트 Cheesemanburg Landfill and Urban Sanitation Project	라이베리아	아프리카	10.5	2017-6-28
09 기니아 도시 상수프로젝트 Guinea Urban Water Project	기니아	아프리카	30.0	2017-6-27
10 지방자치도시 개발 및 도시회복력 강화 프로젝트 Municipal Development and Urban Resilience Project	아이티	중남미	48.4	2017-6-20
11 카라치 마을 개선 프로젝트 Karachi Neighborhood Improvement Project	파키스탄	남아시아	86.0	2017-6-15
12 저렴한주택 접근성 향상 프로젝트 Improving Access to Affordable Housing Project	멕시코	중남미	100.0	2017-6-14
13 지속가능한 농촌 및 소도시 상수 공급 및 위생-추가금융 Sustainable Rural and Small Town Water Supply and Sanitation Additional Financing	아이티	중남미	20.0	2017-6-14
14 도시개발 지원 프로젝트 Urban Development Support Project	아프가니스탄	남아시아	20.0	2017-6-13
15 베트남 중규모 도시 개발 프로젝트-추가 금융 Vietnam - Additional Financing for Medium Cities Development Project	베트남	동아시아 태평양	53.0	2017-6-9
16 코트디부아르 제2도시의 도시개발 및 경쟁력 향상을 위한 기반시설 사업 CI-Infrastructure for Urban Development and Competitiveness of second cities	코트디부아르	아프리카	120.0	2017-6-2

아시아인프라투자은행 신규 승인 사업
2017년 6월~2017년 8월



아시아인프라투자은행에서 승인되는 최신 도시 인프라 건설 관련 프로젝트 소개

사업명	국가	지역	차용금액 (100만 달러)	승인날짜
17 구자라트 지방도로 사업 Gujarat Rural Roads(MMGSY) Project	인도	남아시아	329.0	2017-7-4
18 바투미 우회도로 사업 Batumi Bypass Road Project	조지아	유럽 및 중앙아시아	114.0	2017-6-15

01

카메룬 포용도시 및 탄력적도시 개발 프로젝트
Cameroon Inclusive and Resilient Cities Development Project

사업 승인	2017. 8. 22
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 1억 6,000만 달러 • 차용 금액 : 1억 6,000만 달러 • 차용 기관 : 카메룬 재정부
금융 제공방식	IDA 신용
사업 실행기관	주택 및 도시개발부
사업 완료 예정일	2024. 3. 31

사업 목적

- 빈곤지역이 있는 특정 도시지역을 대상으로 도시관리 및 인프라 연결성 강화
- 대상지역의 자연재해 및 기타 위기 대응 역량 강화

사업 분야

- 지방정부

사업 구성

- 포용적이고 탄력적인 도시관리 역량 강화: 포용적이고 탄력적인 도시개발 전략과 프로그램을 만들고 시행하기 위한 기술적 지원을 중앙정부 및 지방정부에 제공
- 대상 도시의 연결성 및 생활환경 개선: 빈곤지역의 연결성 및 통합성 개선, 인프라와 기본 서비스의 접근성 향상 및 광역적 생활환경 개선을 위한 재정 지원
- 예상치 못한 긴급 대응: 긴급 상황 시 카메룬 정부가 효과적으로 대응하기 위해 세계은행에 재원 재할당을 요구할 수 있도록 함
- 사업관리, 조정, 모니터링 및 검토: 자문 서비스, 장비 구매, 교육 훈련, 모니터링 및 평가 활동 등의 비용 지원

02

녹색환경펀드: 중국 지속가능도시 통합 접근 시범 사업
GEF China Sustainable Cities Integrated Approach Pilot

사업 승인	2017. 7. 27
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 3억 2,730만 달러 • 차용 금액 : 3억 2,730만 달러 • 차용 기관 : 중국 정부
금융 제공방식	글로벌환경기설기금(GEF)
사업 실행기관	주택 및 도시, 농촌개발부
사업 완료 예정일	2023.3.31

사업 목적

- 대중교통 중심개발 원칙을 대상 지역에 적용
*참여도시: 베이징, 톈진, 스자좡, 닝보, 난창, 구이양, 선전

사업 분야

- 기타 에너지 및 광물 20%, 도시교통 60%, 기타 상수, 위생 및 폐기물 관리 20%

사업 구성

- 국가 대중교통 중심 개발 플랫폼, 툴킷 및 정책 지원: 1) 국가 대중교통 중심 개발 플랫폼, 툴킷 및 정책지원, 2) 역량강화, 3) 사업관리
- 도시 대중교통 중심 개발의 기술지원 및 대중교통 중심 개발 적용: 1) 도시 차원의 대중교통 중심 개발전략 마련, 2) 구역(Corridor) 별 대중교통 중심 개발 적용전략 마련, 3) 구 단위 대중교통 중심 개발 적용전략 마련, 4) 역세권별 대중교통 중심 개발전략 마련, 5) 역량 강화, 6) 사업관리

03

케냐 도시지원 프로그램
Kenya Urban Support Program

사업 승인	2017.7.26
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 3억 달러 • 차용 금액 : 3억 달러 • 차용 기관 : 케냐 정부
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	교통-인프라·주택·도시개발부
사업 완료 예정일	2023. 7. 31

사업 목적

- 도시 인프라 및 서비스를 개선하기 위해 47개 주(counties)의 2차 도시를 대상으로 도시기관 설립 및 강화

사업 분야

- 지방정부, 도시교통, 위생, 폐기물 관리, 상수 공급

사업 구성

- 중앙정부 차원의 사업: 1) 도시관리를 위한 설립, 운영 및 제도 강화, 2) 도시재정 조정 강화, 3) 사업 프로그램 관리-계획 및 개발 통제, 인프라 및 기본 서비스 제공
- 주정부 차원의 사업: 주정부의 도시개발 및 관리 이슈 대응 지원
- 도시제도 설립 및 운영: 1) 도시 기관 설립 및 운영 지원, 2) 도시 기관이 도시인프라 및 서비스 제공 업무를 효율적으로 이행하도록 지원

04

서안과 가자지구 제3차 지방자치도시 개발 프로젝트
GZ-Third Municipal Development Project

사업 승인	2017. 7. 21
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 9,563만 달러 • 차용 금액 : 1,600만 달러 • 차용 기관 : 팔레스타인 해방기구
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	시장부개발대출기금(MDLF)
사업 완료 예정일	2022. 2. 28

사업 목적

- 서안과 가자지구의 도시정부가 더욱 책임 있고 지속가능한 서비스를 제공하도록 제도적 역량 강화

사업 분야

- 지방정부 100%

사업 구성

- 서비스 개선을 위한 지방정부 인프라 지원: 자격을 갖춘 시정부를 대상으로 필요성과 형평성에 기반한 인프라 개발을 재정 지원하고, 성과를 보인 시정부에게 성과보조금을 제공
- 역량 강화: 1)시정부의 역량 강화 지원(시정부 전체의 역량 강화, 성과를 보인 시정부의 신용도 강화), 2) 시정부의 거버넌스, 관리체계, 운용제도, 절차 등 관리시스템 발전 지원, 3) 팔레스타인 시장부개발대출기금(Municipal Development and Lending Fund, MDLF)과 지방자치부(Ministry of Local Government, MoLG)의 역량 강화 지원
- 지방정부 파트너십 프로젝트: 1) 민간 부문 파트너십 지원, 2) 시정부 사업개발 지원
- 사업시행 지원 및 관리 비용: 사업의 모니터링, 평가, 현장활동 및 소통을 위한 제반사항과 컨설팅 비용 지원, 시정부의 역량 강화 및 MDLF 관리비용 지원

05

자연재해 대비를 위한 중요 인프라시설 강화 Strengthening Critical Infrastructure against Natural Hazards

사업 승인	2017.7.10
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 5,000만 달러 • 차용 금액 : 5,000만 달러 • 차용 기관 : 타지키스탄 재정부
금융 제공방식	IDA 신용 및 기금
사업 실행기관	토지매입 및 관계공사(ALRI)
사업 완료 예정일	2023. 12. 31

사업 목적

- 타지키스탄의 재해 위기관리 역량을 강화하고 자연재해 대비를 위한 핵심 인프라의 복원 향상

사업 분야

- 중앙정부, 공공행정-교통, 지방 및 도시간 도로, 공공행정-물 위생 및 폐기물 관리, 기타 상수 공급, 위생 및 폐기물 관리

사업 구성

- 재해 위기관리 역량 강화: 1) 재난 대비를 위한 위기관리센터 및 시스템 현대화, 2) 재해 위험 식별 개선을 위한 내진 위험 평가, 3) 자연재해로 인한 재정 충격을 완화하기 위한 재정 보호전략 준비
- 자연재해에 대비한 필수적인 인프라 복원력 향상: 1) 교량 강화, 2) 홍수 방지 및 강둑 침식 방지 인프라 강화
- 예상치 못한 긴급대응: 위기 시 신속한 재정 할당을 할 수 있도록 타지키스탄의 위기대응 역량 강화

06

세네갈 도시 상하수도 사업-추가금융 Senegal Urban Water and Sanitation Project - Additional Financing

사업 승인	2017. 7. 6
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 3,000만 달러 • 차용 금액 : 3,000만 달러 • 차용 기관 : 세네갈 경제재정부
금융 제공방식	IDA 신용
사업 실행기관	밀레니엄 식수 및 위생 프로그램(PEPAM)
사업 완료 예정일	2021. 12. 31

사업 목적

- 대상 도시지역에 재정적으로 지속가능한 방식으로 물과 위생서비스에 대한 접근성 향상

사업 분야

- 상수 공급 70%, 위생 24%, 공공행정-물, 위생 및 폐기물 관리 6%

사업 구성

- 상수 공급: 물 부족 문제를 해결하기 위해 물의 전송, 저장 및 분배 역량 확대, 다카르(Dakar)-티에스(Thiès)-페티코테(Petite Côte) 지역의 상수서비스 개선, 사회 수자원 건설 프로그램을 통한 서비스 접근성 촉진
- 위생: 다카 외곽 지역의 도시위생 서비스 접근성 향상
- 제도 강화와 사업 관리: 부문별 제도 및 개혁 지원, 물 서비스의 질과 연속성을 개선하고 부문별 재정적 자율성을 유지함으로써 지속가능성 강화

07

산샤(三峡) 현대물류센터 인프라 프로젝트

Three Gorges Modern Logistics Center Infrastructure Project

사업 승인	2017. 6. 30
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 4억 4,600만 달러 • 차용 금액 : 2억 달러 • 차용 기관 : 중국 정부
금융 제공방식	IBRD 융자
사업 실행기관	이창 후아신 교통건설 및 투자공사
사업 완료 예정일	2023. 9. 30

사업 목적

- 이창 지역의 화물운송과 물류서비스 개선

사업 분야

- ICT 인프라 2%, ICT 서비스 2%, 도시교통 6%, 공공행정-교통 1%, 항만/수로 36%, 무역 53%

사업 구성

- 바이양 항구 및 운영지역: 1) 컨테이너 선석 3곳, 벌크화물 선석 4곳, 2) 화물 및 컨테이너 야적장을 포함한 인프라 지원, 화물의 적재 및 하역을 위한 장비 구매 및 설치
- 바이양 물류단지: 물류서비스 지역 3곳의 건설 건설자금과 물류 단지에 필요한 기본 장비 구매 및 설치 자금 지원
- 교통 연결 인프라: 1) 바이양항(Baiyang Port)과 물류단지를 쓰윈 레일웨이 사완 마샬링 야드(Ziyun Railway Shawan Marshalling Yard)로 연결하는 고가도로 건설자금 지원, 2) 구 이후로(Guihu Road)와 송강2로(Songgang Second Road)를 포함한 주변도로 및 지하시설의 건설자금 지원, 3) 교통신호, 교차로 도류화(channelization) 및 기타 교통 관리 시설의 건설자금 지원
- 바이양 물류정보 플랫폼과 시설: 1) 바이양 물류정보 플랫폼 구축을 위한 컴퓨터 하드웨어와 관련 설비 구매 및 설치에 자금지원, 2) 데이터와 정보를 수집할 수 있는 플랫폼을 물류 서비스 가치사슬의 다양한 지점에 설치할 수 있도록 자금지원, 3) 비즈니스 응용 시스템을 개발하여 빅데이터 분석을 수행하고 중요한 정보를 사용자와 물류서비스 제공자 및 기업에게 제공하는 데 자금지원
- 역량 강화: 1) 세계은행에서 요구하는 상세한 사업계획 준비를 위한 기술지원 및 투명하고 경쟁을 통한 서비스 계약자, 조인트 벤처 파트너, 공공-민간 파트너십 면허권자 선정을 위한 가이드 라인 기술지원, 2) 이창이 주요 교통 및 물류 허브로 발전하기 위한 계획과 연구 준비를 위한 기술지원, 3) 사업관리 및 운영에 정보기술의 개발 및 적용 지원, 4) 훈련 및 보급활동, 관련 스타디 투어 지원, 5) 사업관리 활동 수행

08

치즈맨버그 매립지 및 도시위생 프로젝트

Cheesemanburg Landfill and Urban Sanitation Project

사업 승인	2017. 6. 28
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 1,750만 달러 • 차용 금액 : 1,050만 달러 • 차용 기관 : 라이베리아 재정개발계획부
금융 제공방식	라이베리아재건기금
사업 실행기관	몬로비아 도시공사(MCC) 사업시행부서
사업 완료 예정일	N/A

사업 목적

- 몬로비아의 고체폐기물관리(SWM) 서비스 접근성 향상

사업 분야

- 폐기물 관리, 공공행정-상수, 위생 및 폐기물 관리

사업 구성

- 치즈맨버그(Cheesemanburg) 지역에 신규 매립지 건설 및 웨인타운(Whein Town) 매립지 부분 폐쇄
- 몬로비아 도시공사의 쓰레기 수거 및 처리 지원
- 장기적인 폐기물 관리전략 마련을 위한 제도적 역량 개발 및 프로젝트 관리

09

기니아 도시 상수프로젝트
Guinea Urban Water Project

사업 승인	2017. 6. 27
사업비	• 총 사업비 : 3,000만 달러 • 차용 금액 : 3,000만 달러 • 차용 기관 : 기니아 정부
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	SEG AND DATU
사업 완료 예정일	2022.6.30

사업 목적

- 광역 코나크리(Conakry) 지역의 향상된 용수 공급망에 대한 접근성 향상
- 도시 수도시설 운영의 효율성 향상

사업 분야

- 위생 3%, 상수공급 87%, 공공행정-물, 위생 및 폐기물 관리 10%

사업 구성

- 도시 상수 공급: 1) 물 생산 역량 향상, 2) 오래된 상수 네트워크 개선, 3) 코나크리 전 지역과 특정 주변부 지역의 상수서비스 개선
- 도시 위생시설 공급: 1) 광역 코나크리 지역의 도시위생 현황조사 지원, 2) 위생전략 및 위생환경 개선 기본계획 마련
- 제도 강화 및 사업관리: 상수 관련기관 및 도시 상수분야 개혁위원회에서 수자원 관리, 도시상수 분야 개혁, 사업 시행 등의 책임을 다할 수 있도록 지원
- 예상치 못한 위기 대응: 정부의 위기 대응역량 강화

10

지방자치도시 개발 및 도시회복력 강화 프로젝트
Municipal Development and Urban Resilience Project

사업 승인	2017. 6. 20
사업비	• 총 사업비 : 5,540만 달러 • 차용 금액 : 4,840만 달러 (전략적 환경기금 700만 달러) • 차용 기관 : 아이티 정부
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	아이티 재정부
사업 완료 예정일	2023. 12. 31

사업 목적

- 카프아이시앵(Cap Haitian)시 도시 홍수 경감 및 회복 탄력성 강화
- 카프아이시앵 대도시 지역 6개 지자체의 기본적인 시정서비스 제공과 관리 역량 개선
*대상 지자체: 카프아이시앵, 리모나드(Limonade), 카르티에모랭(Quartier Morin), 밀로트(Milot), 아쿨 드 노드(Acul de Nord), 플레인 드 노드(Plaine du Nord)

사업 분야

- 지방정부 71%, 기타 상수공급, 위생 및 폐기물 관리 29%

사업 구성

- 도시 취약성 감소 및 기후대응력 향상을 위한 도시 인프라: 통합적인 유역 관리 접근법을 통해 홍수 경감 인프라 투자: 1) 도시 협곡 두 곳을 대상으로 통합적인 관리체계 마련, 2) 로도(Rhodo) 유역의 문제 해결을 위해 케이프타운강을 따라 홍수 경감 관리에 투자
- 시정부 투자 지원, 역량 강화 및 전략계획 마련: 1) 대상 지자체가 지역서비스를 제공하기 위한 계획, 재정 및 시행방안 마련에 필요한 재정지원과 역량 강화 활동 시행 2) 지역계획이 광역개발 계획의 기초에 맞춰 개발되고 시행될 수 있도록 보장하고, 각 지역의 위기요소를 프로파일링
- 예상치 못한 위기 대응: 위기상황 시 정부의 요청에 대응할 수 있도록 준비
- 사업관리 및 시행지원: 공공사업·교통·통신부, 행정부 및 지방정부를 대상으로 사업관리, 조정, 시행, 모니터링, 평가 등에 필요한 제도적 역량 강화 및 사업시행 부서 운영비용 지원

11

카라치 마을 개선 프로젝트

Karachi Neighborhood Improvement Project

사업 승인	2017. 6. 15
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 9,800만 달러 • 차용 금액 : 8,600만 달러 • 차용 기관 : 파키스탄 정부
금융 제공방식	IDA 신용
사업 실행기관	신드(Sindh)주, 도시계획 및 전략계획국, 기획개발부
사업 완료 예정일	2021. 11. 30

사업 목적

- 카라치 내 대상 주거지역의 공공 공간 기능을 향상
- 선택된 행정서비스가 제공될 수 있도록 도시의 역량 강화

사업 분야

- 지방정부 12%, 도시교통 82%, 기타 산업, 무역 및 서비스 6%

사업 구성

- 공공공간 기능 및 이동성 향상: 공공 공간의 유용성, 안전성 및 매력 향상을 위하여 1) 주요 목적지에 대한 이동성 및 보행자 접근성 향상, 2) 사다르(Saddar) 다운타운 지역 재생, 말리르(Malir) 지역 도로 및 공공 공간 개선, 및 코랑기(Korangi) 주거지의 이동성 개선 등 3개 지역 공공장소의 교통안전 향상
- 개선된 행정서비스 및 도시역량 개발 지원: 카라치에서 기업활동 용이성 향상, 더 나은 도시관리를 위한 토대 마련, 공공 공간 및 이동성 향상 투자의 지속가능성 지원을 위하여 건설 허가 및 카라치 사업 등록을 자동화하고, 도시관리 체계 개선의 기반 마련
- 사업시행 및 기술지원: 1) 사업관리 및 조정비용 지원, 2) 사업시행조직(Project Implementation Unit, PIU) 및 카라치개혁운영위원회(Karachi Transformation Steering Committee, KTSC)에 대한 기술지원 및 자문서비스 지원, 3) 타당성 검토, 기초 및 세부 설계를 위한 컨설팅 서비스 제공, 하위 프로젝트를 구성을 위한 제도 보장, 사다르 시내의 주차관리 연구 준비를 위한 컨설팅 서비스 제공

12

저렴주택 접근성 향상 프로젝트

Improving Access to Affordable Housing Project

사업 승인	2017. 6. 14
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 1억 달러 • 차용 금액 : 1억 달러 • 차용 기관 : 멕시코 정부
금융 제공방식	IBRD 융자
사업 실행기관	멕시코 국가주택위원회(CONAVI)
사업 완료 예정일	2021. 3. 31

사업 목적

- 저소득 수혜자를 위한 저렴한주택 접근성 향상

사업 분야

- 공공행정 50%, 주택건설 50%

사업 구성

- 주택 취득: 직접 지원을 통해 저소득 수혜자가 적격 지역에 신규 또는 기존 주택 구매할 수 있도록 지원
- 주택 자체생산: 저소득 수혜자의 주택설계 및 건설을 직접 지원
- 도시관리 강화: 1) 지방정부의 도시계획 지원 제도 구축 및 개선을 위한 기술 및 분석적 연구 수행-주택수요 진단, 도시재생 및 고밀화를 위한 도시계획에 필요한 정보제공을 위한 기반시설 요구 분석, 기술적 타당성 검토, 건축·도시설계 연구, 저렴한주택 투자를 위한 재정구조 마련 등, 2) 시민의식 캠페인 및 기타 보급 및 커뮤니케이션 활동

13

지속가능한 농촌 및 소도시 상수 공급 및 위생-추가금융

Sustainable Rural and Small Town Water Supply and Sanitation Additional Financing

사업 승인	2017. 6. 14
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 2,000만 달러 • 차용 금액 : 2,000만 달러 • 차용 기관 : 아이티 경제재정부
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	아이티 국가 물위생 이사회
사업 완료 예정일	2021. 9. 31

사업 목적

- 콜레라가 영향을 받는 대상 농촌지역과 소도시에 개선된 물 공급 및 위생시설 접근성 향상
- 대상 지역의 물 및 위생 서비스 제공 체계를 집중적으로 강화
- 위기상황에 즉각적이고 효과적으로 대응하는 역량 개선

사업 분야

- 상수 공급 87%, 공공행정-상수, 위생 및 폐기물 관리 13%

사업 구성

- 상수 공급시스템 운영을 재개하기 위한 소규모 수리자금 지원
- 허리케인 매튜로 인한 피해 농촌지역과 소도시의 수도 공급체계 재건

14

도시개발 지원 프로젝트

Urban Development Support Project

사업 승인	2017. 6. 13
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 2,000만 달러 • 차용 금액 : 2,000만 달러 • 차용 기관 : 아프가니스탄 금융부
금융 제공방식	IDA 기금
사업 실행기관	아프가니스탄 도시개발 및 주택부
사업 완료 예정일	2020. 6. 30

사업 목적

- 중앙정부 관계기관에서 정책 프레임워크 개발 및 도시정책 강화
- 5개 주도(Provincial Capital City, PCC)의 도시계획, 관리 및 서비스 제공 역량 강화

사업 분야

- 지방정부 96%, ICT 서비스 4%

사업 구성

- 도시관리정보 시스템 구축: 1) 도시관리정보시스템(Urban Management Information System, UMIS) 마련을 위한 데이터베이스 구축 및 웹 아키텍처 기술 지원, 2) 서버이 설계 및 시행, 시정부에서 수집한 자료 분석, 3) UMIS의 하드웨어 및 소프트웨어 유지 보수, 연간 데이터 업데이트
- 도시의 제도 및 역량강화: 1) 도시개발주택부와 기타 관계 기관의 도시계획 기능 검토 및 참여 주도의 계획기능 및 역량 검토, 3년간의 시행기간 동안 도시개발지원프로젝트에서 기술지원이 되는 실행계획(Action Plan) 준비
- 도시통합: 국가 및 지역 차원에서 도시계획을 강화하고자 도시 컨설팅, 제품, 및 ICT 관련 하드웨어 및 소프트웨어 지원, 도시계획 활동가를 위한 커리큘럼 개발, 기존 계획 및 토지 이용 조건, 토지 이용 효율 및 서비스 재고를 위한 5개 지역의 지역전략개발 계획 준비 지원
- 도시기반시설에 대한 타당성 검토, 설계연구 및 도시 투자: 도시개발주택부가 지방거버넌스독립이사회(IDLG) 및 5개 주도와 협력하여 시행 예정
- 프로젝트 관리 및 행정: 프로젝트 관리직원을 위한 자금 조달, 사무장비 업그레이드 및 운영 및 계획의 효율성 향상, 기타 기술장비, 프로젝트 차량 및 점진적 운영비 제공

15

베트남 중규모 도시 개발 프로젝트-추가 금융 Vietnam - Additional Financing for Medium Cities Development Project

사업 승인	2017. 6. 9
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 6,806만 달러 • 차용 금액 : 5,300만 달러 • 차용 기관 : 베트남 정부
금융 제공방식	IDA 신용
사업 실행기관	라오까이시(Lao Cai), 푸리시(Phu Ly), 빈시(Vinh)
사업 완료 예정일	2020. 12. 31

사업 목적

- 라오카이(Lao Cai)시, 푸리(Phu Ly)시, 빈(Vinh)시에서 개선된 도시기반시설 서비스에 대한 접근성을 지속가능하고 효율적으로 향상

사업 분야

- 하위 정부 4%, 에너지 송전 및 배전 9%, 도시교통 25%, 위생 31%, 상수공급 31%

사업 구성

- 특별 인출권(Special Drawing Rights, SDR)에 의거 미국 달러(USD) 환율 절상에 인한 금융 갭 축소
- 3개 프로젝트 도시 중 2개 도시에서 활동규모 확대
- 1단계 사업목표 및 결과 조정, IDA 신용 마감일과 사업 종료일 연장

16

코트디부아르 제2도시의 도시개발 및 경쟁력 향상을 위한 기반시설 사업

CI-Infrastructure for Urban Development and Competitiveness of second cities

사업 승인	2017. 6. 2
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 1.28억 달러 • 차용 금액 : 1.20억 달러 • 차용 기관 : 코트디부아르 재정부
금융 제공방식	IDA 신용
사업 실행기관	코트디부아르 경제인프라부
사업 완료 예정일	2022. 6. 30

사업 목적

- 주요 선정 도시지역의 경쟁력 향상을 위한 환경조성

사업 분야

- 지방정부 26%, 도시교통 37%, 농업시장, 상업화 및 농촌사업 36%, 공공행정-산업, 무역 및 서비스 1%

사업 구성

- 경제 인프라 성과 향상: 부아케(Bouaké) 및 산페드로(San Pedro) 도시의 핵심 경제인프라 강화
- 포괄적 민간부문 지원: 농수산물 및 물류 가치 사슬 확보에 초점을 두어 부아케와 산페드로 지역의 중소기업(Micro, Small & Medium Enterprise, MSMEs) 성장 촉진을 위한 제도적 지원, 역량 강화 등 포괄적 민간부문 지원
- 제도·규정 및 도시관리: 도시기본계획 마련, 서비스 제공 개선 등 도시개발 관리 및 행정 서비스 제공으로 부아케 및 산페드로 지자체의 역량 강화
- 프로젝트 관리: 프로젝트 관리 지원 및 세이프 가드 관리

17

구자라트 지방도로 사업
Gujarat Rural Roads(MMGSY) Project

사업 승인	2017. 7. 4
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 6억 5,800만 달러 • 차용 금액 : 3억 2,900만 달러 • 차용 기관 : 인도 정부
금융 제공방식	AIIB 융자
사업 실행기관	구자라트주 정부/도로 및 건설국
사업 완료 예정일	2019.6.30

사업 목적

- 구자라트주 33개 구에 있는 4,000개 마을로 연결되는 지방도로의 도로교통 연결성을 개선하여 사계절 모두 이용 가능토록 함

사업 분야

- 교통/도로

사업 구성

- 비계획도로 건설 및 개선: 비계획도로의 건설 및 업그레이드, 2) 연결되지 않은 도로 및 필요한 구조물 건설, 교육시설로 이어지는 연결도로 건설, 마을을 통과하는 도로의 건설 및 개선
- 계획도로: 비포장도로를 아스팔트 도로로 개선, 마을 연결 도로와 지역도로 재포장, 몬순계절 홍수 및 마을 고립 예방을 위한 다리 개선, 교통완화를 위한 마을 연결도로와 지역도로 확장
- 기술지원: 1) 프로젝트 관리컨설팅 지원, 2) 구자라트 지방도로 네트워크 관련 디지털 지도를 만들어 GIS로 실시간 소통 및 프로젝트 진행상황 업데이트, 프로젝트 완료 후에는 유지보수 작업 업데이트로 활용, 3) 도로 및 건설국의 제도개발 및 역량강화 지원
- 혁신기술 적용: 도로와 구조물 건설, 개선 및 유지관리에 혁신적 기술을 시범 적용
- 재활용 플라스틱 폐기물, 계량된 비류면, 첨가제, 지형 식물, 토양 안정화 기술, 사면 보호기술 및 기계화된 루틴 관리 활용

18

조지아 바투미 우회도로 사업
Batumi Bypass Road Project

사업 승인	2017.6.15
사업비	<ul style="list-style-type: none"> • 총 사업비 : 3억 1,520만 달러 • 차용 금액 : 1억 1,400만 달러 (ADB: 1억 1,400만 달러, 차용기관 8,720만 달러) • 차용 기관 : 조지아 정부
금융 제공방식	AIIB 융자
사업 실행기관	지역개발 및 인프라부 산하 조지아 도로국
사업 완료 예정일	2022.12

사업 목적

- 조지아 동서고속도로 지역간 연결성 및 도로교통 효율성 향상을 위하여 바투미 항구도시 외곽 부문에 14.3km의 이차선 도로 신규 건설

사업 분야

- 교통

사업 구성

- 바투미 우회도로 토목공사: 약 14.3km길이의 신규 2차선 도로 건설과정에서 5개의 터널(총 3.8km)과 19개의 다리(총 4.5km) 공사가 진행되며, 4단으로 나누어지는 입체 인터체인지(4grade-separated interchanges) 건설 예정
- 공사감독 및 품질관리 서비스: 토목공사 관련 건설 관리감독, 품질관리 서비스 제공, 공사 착공 전 세부 디자인 검토 및 업데이트
- PBM 계약(ADB 지원사항): 약 200km의 국제도로 및 연결 보조도로의 정기보수



떠오르는 인도의 스마트 도시

첸나이·코치

[글] 임재빈 책임연구원 jb.lim@lh.or.kr
 LH 토지주택연구원

1. 첸나이(Chennai)

개요

- 인도 동남부의 최대도시로, 타밀나두 주의 주도이자 자동차, IT, 의료도시
 - 타밀나두 주의 주도 첸나이(옛 마드라스)는 벵골 만에 접한 남인도 최대도시로 인구 약 710만 명(2011년), 면적 426km²¹ (서울 면적의 71%)이며, 주요 산업은 자동차·IT·의료관광
 - 인구 기준 인도 4위, 외국인 인구는 뭄바이, 델리에 이어 3위
 - 첸나이 시를 구성하는 첸나이 도시공사(Greater Chennai Corporation,

그림1 첸나이의 위치



자료 구글맵

¹ 자료: 첸나이 도시공사(GCC: Greater Chennai Corporation) 홈페이지 기준. 첸나이 도시공사는 2011년 영역을 확장하면서 COC(Corporation of Chennai)에서 GCC(Greater Chennai Corporation)로 개칭하였음. 확장 전 인구는 465만 명, 면적 175km²

- GCC)는 1688년 설립되어 인도의 도시공사 중 가장 오랜 역사를 가지고 있음
- 인도 정부의 Best Cities Survey 결과 교육지출, 범죄율, 경제성장, 투자 창출 부문 등에서 높게 평가되어 Best City 중 하나로 선정

역사기후와 공간구조

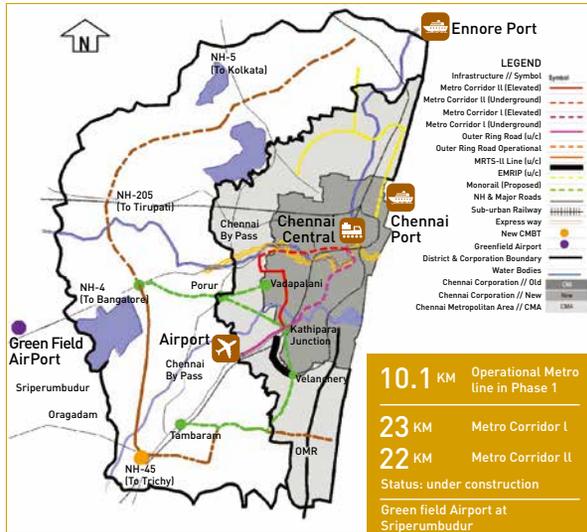
■ 역사와 기후

- 1639년 동인도회사가 벵골 만 해변 마드라스파타남이라는 어촌에 공장과 창고를 세운 후, 이듬해인 세인트조지 요새 건립
- 군사 요충지로 몇 차례의 전화를 겪은 후 19세기 영국의 해군기지 및 철도교통 중심지로 성장
- 1947년 독립 후 마드라주(현 타밀나두) 주의 주도가 되었으며, 1996년 첸나이로 개칭
- 2004년 쓰나미, 2015년 대홍수 등의 큰 재난을 겪은 바 있음
- 평균기온은 섭씨 30도 내외로, 고온기(3~10월)에는 30도 중반을 유지하고 저온기(12~1월)에도 20도 중반을 유지함. 적도에 가까우며 해양성 기후로 계절차가 적고 습도가 높음
- 연강수량은 약 1,391mm로 우리나라와 비슷하고, 10~12월에 몬순으로 30%가 집중됨

■ 공간구조

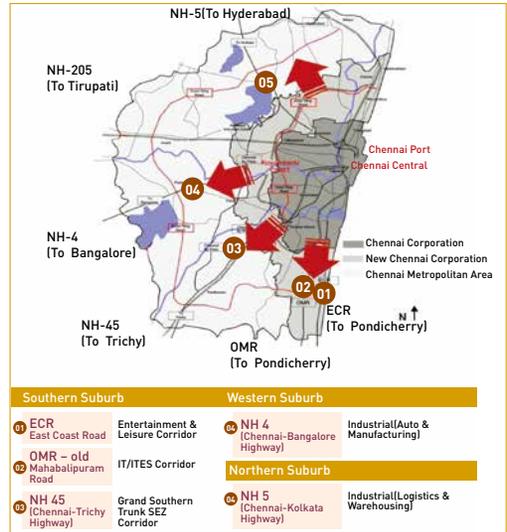
- 인도 동남해안의 넓은 평원에 위치하고 고도차가 거의 없으며, 서쪽으로부터 코옴 강, 남쪽으로부터 애드야 강이 흘러들어 바다로 이어지고 북쪽으로는 버킹엄 운하가 연결되어 있음
 - 버킹엄 운하는 코옴 강 하구 지점에서 시작하여 거대 하천인 코트탈라이야르 강으로 연결됨
- 첸나이 대도시권은 첸나이 도시공사 관할 구역을 포함하고 있으며 교외철도, 도시철도, 모노레일, 고속도로 등 교통노선이 방사상으로 뻗어나가고 있고, 외부순환도로(Outer Ring Road) 등 반원형 도로가 건설되어 있는 방사환상형 구조를 가지고 있음
- 첸나이도시공사의 관할지역은 15개 존으로 구분되며, 총 200개의 선거구로 구성되어 있음

그림2 첸나이 대도시권의 구성



자료 첸나이 스마트도시 제안서(2011)

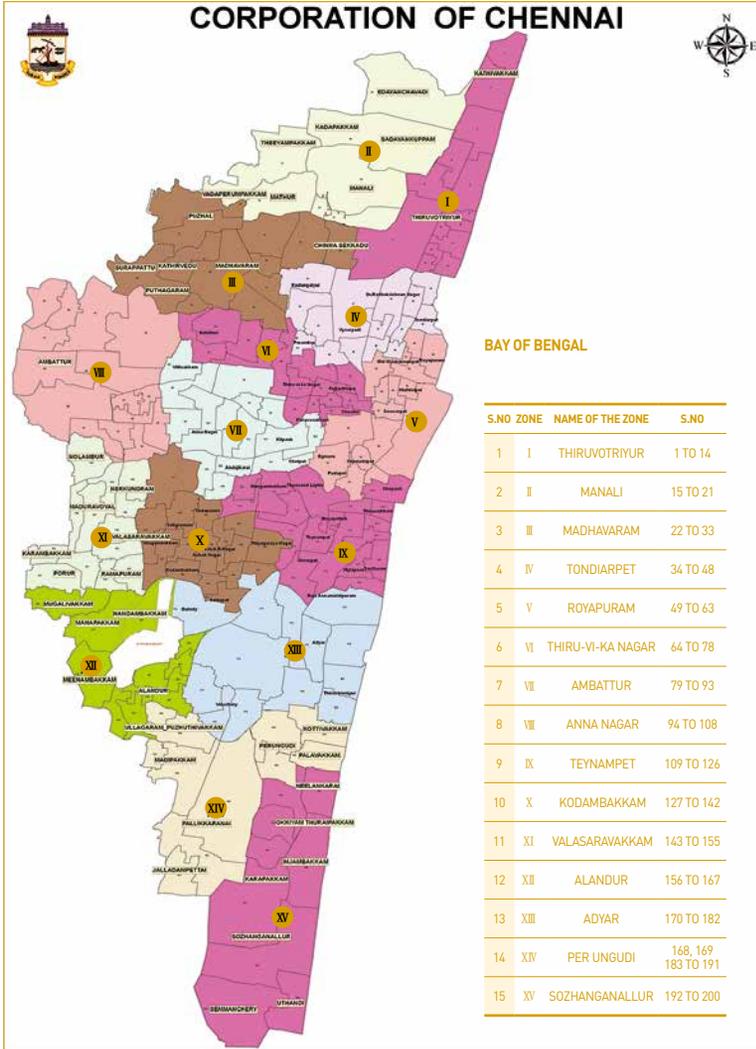
그림3 첸나이 대도시권의 교통망



자료 첸나이 스마트도시 제안서(2011)

- 도심지역인 CBD는 코얌 강 하구 양안인 5번 존 로야프람(Royapuram)의 조지타운과 9번 존 테이남펫(Teynampet)의 안나 살레이(Anna Salai) 거리임
- 코얌 강 주변의 9번 존 테이남펫의 마일라포어(Mylapore), 티야가라야 나가르(Thyagaraya Nagar), 닝암바캄(Nungmabakkam), 8번 존 안나 나가르(Anna Nagar)의 푸라사이와캄(Purasawalkam), 안나나가르, 4번 존 톤디아펫(Tondiarpet)의 페람부르(Perambur)는 소규모 상업 중심으로 발달됨
- 도심의 서북쪽인 3번 존 마다바람(Madhavaram)과 7번 존 암바투르(Ambattur), 4번 존 톤디아펫의 바이사파디(Vyasarpadi), 코딩가이유르(Kodungaiyur) 등은 중소산업 지역임
- 사우스첸나이에서는 Rajiv Gandhi Salai(OMR)을 따라 IT 개발이 이뤄져 IT회랑으로 불리며, 타라마니(Taramani)에 TIDEL PARK가 IT 파크로 개발되어 있음
- 4번 존 톤디아펫과 5번 존 로야프람은 해안을 따라 부두와 항구가 건설되어 있음

그림4 첸나이 도시공사 구역 구분



자료 첸나이 도시공사 홈페이지

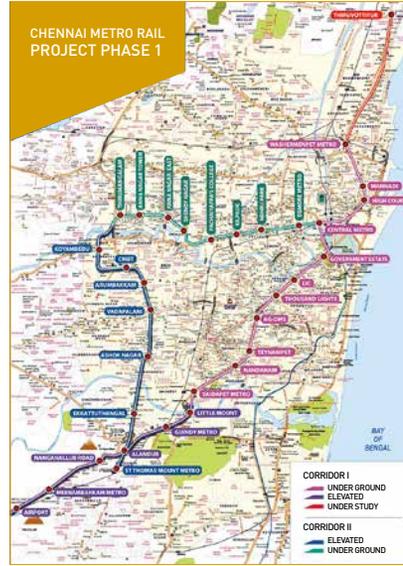
- 지상철도(교외철도)와 버스가 대중교통수단으로 운영 중
- 1단계와 2단계 일부 구간이 운행 중이며 총 4단계로 추진 예정
- 1단계는 첸나이비치(Chennai Beach)에서 티루마일라이(마일라포어 근방)까지 연결

그림5 첸나이의 대중교통망



자료 위키피디아

그림6 첸나이 도시철도 노선도



자료 첸나이 메트로 홈페이지(<http://chennai-metro-rail.org>)

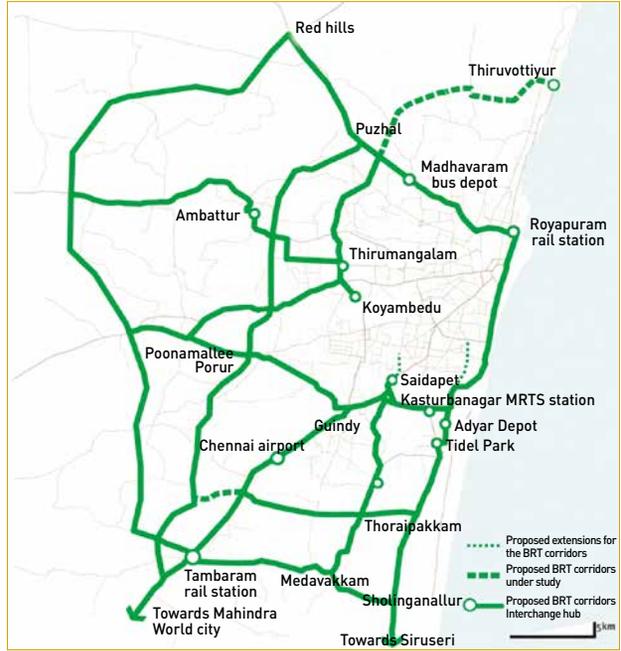
- 도시철도 1단계 사업이 추진되어 2개 노선이 최근 개통하였으며, BRT는 검토 단계
 - 노선1은 조지타운의 워셔맨펫 메트로(Washermenpet Metro)역에서 공항(Airport)역까지 연결되며 총 연장 23.1km
 - 노선2는 센트럴 메트로(Central Metro)역에서 서쪽으로 뻗은 후 다시 남쪽으로 내려와 세인트토마스마운트(St. Thomas Mount)역까지 연결되며 총 연장 22.0km
 - 2007년 타밀나두 정부가 추진하기 시작, 2008년 일본 JICA로부터 차관을 받아 2009년 기공함. 2015년 7월 노선1 지상구간 개통, 2016년 9월 노선2 지상구간 개통됨
 - 2017년 5월 2호선 지하구간이 개통, 현재 1호선 지하구간 공사 중으로 2018년 완공 예정

그림7 도시철도 추가노선 제안도



자료 첸나이 스마트도시 제안서(2011)

그림8 첸나이 BRT 제안노선도



자료 첸나이 스마트도시 제안서(2011)

개발 프로젝트

■ 도시철도와 BRT

- 도시철도는 2단계로 5개 노선을 추가할 예정²
- BRT는 검토 단계로, 도시철도 운행구간과 중복을 피하고 있음

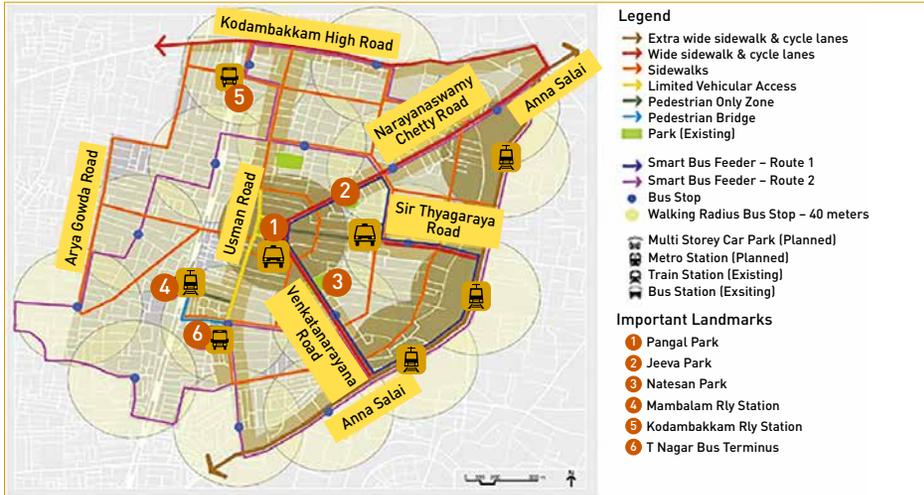
■ 첸나이 스마트도시 계획

- 상업중심지인 T나가르 지역을 IT 기술을 활용해 정비함
 - 주거·상업·소매·교육·엔터테인먼트 등을 복합
 - 주요 랜드마크를 중심으로 스마트 교통수단으로 연계
 - 상하수도·쓰레기처리·전기·IT·스마트주차·자전거 공유, 보행 등 기술 접목

2

〈그림8〉 자료는 3개 노선 추가만 표현하고 있으나, 2017년 현재 5개 노선 추가를 논의 중임

그림9 제안된 스마트도시 사업



자료 첸나이 스마트도시 제안서(2011)

■ 마힌드라월드시티 첸나이

- 첸나이에서 자동차로 90분 거리에 위치한 신도시로, 마힌드라그룹 산하 MLDL(Mahindra Lifespace Developers Ltd.)이 건설 중. 사업 마무리 단계에 있음
- 계획면적 약 6.3km², 근로자 4만 명으로, 업무·주거·문화·상업 복합 신도시로 입주 기업과 종사자에게 원스톱 서비스를 제공함. 총 주택공급계획 8,000가구 중 2,000가구 준공³

³ 본래부터 코친(Cochin)으로 통칭되었으나 1996년 탈 영어식 지명 정책에 의해 코치(Kochi)로 변경하였다. 케랄라주의 주도는다.

그림10 마힌드라월드시티 첸나이 종합계획



자료 마힌드라월드시티 첸나이 브로셔

그림11 마힌드라월드시티 첸나이 전경



자료 매일경제

주요 강점과 약점

■ 강점

- 인도 최대의 자동차 허브로 세계 10대 자동차 클러스터
- IT, 의료관광, 산업, 물류 등에서 빠른 성장
- 해저 광케이블로 외국과 연결된 4개 도시 중 하나로 서유럽·중동·남아시아·싱가포르·브라질·러시아·중국·남아프리카·미국과 직결
- 인도의 국제 의료관광의 45%, 국내 의료관광의 35%를 차지하는 인도의 의료 수도라 할 수 있음. 우수한 시설과 낮은 비용으로 매일 150명의 국제 환자가 입원
- 문해율이 90.18%로 인도 2위
- 첸나이 국제공항이 인도 3위의 여객공항이자 2위의 물류공항
- 철도, 고속도로 등이 발달하고 2개의 항구를 보유

■ 약점

- 비동력 및 대중교통 이용자의 감소와 교통 인프라의 부족, 개인자동차 이용 증가
- 비동력 교통 보호시설 부족으로 교통사고 잦음
- 주차공간 부족, 오염 증가
- 분리수거가 미흡, 재활용 시설 부족
- 평탄한 지형으로 인해 배수가 원활하지 않음, 홍수 위험
- 충분한 원수 확보가 안 되어 25년간 14~15회의 물부족 사태를 겪음

인프라 현황

지표	첸나이(GCC구역)	타밀나두주(도시지역)	인도(도시지역)
상수도 보급률(%)	84.08	66.29	84.14
전기 보급률(%)	99.08	96.11	92.68
화장실 보급률(%)	94.57	66.48	72.57
인터넷연결컴퓨터 소유 가구비율(%)	19.64	7.55	8.27
인터넷미연결컴퓨터 소유 가구비율(%)	12.51	9.25	10.40
핸드폰보급률(%)	62.25	67.26	64.33
주택 자기율(%)	47.22	57.45	69.16

주 2011년 기준

2. 코치(Kochi)

개요

- 인도 서남부의 아름답고 부유한 항구도시로 인구는 60만 명
 - 케랄라(Kerala) 주 최대 도시로 코친(Cochin)⁴으로도 불림. 도시 곳곳이 운하와 수로로 연결된 물의 도시이면서, 바다로 열린 출구가 드물고 좁은 천혜의 항구이자 군사요충지임
 - 인도 최고(最古) 항구도시로 아라비아 해의 여왕이라는 별명이 있으며, 향신료 무역이 유명
 - 인도 해군의 남방 사령부, 인도해안경비대 주 사령부 등 군 시설이 소재함
 - 2011년 인구 약 60만 명, 면적 95km² (서울 면적의 16%), 주요 산업은 무역업·조선업·IT·관광업·금융업·어업 등
 - 케랄라의 경제중심지인 에르나쿨람 지역구(Ernakulam District, 면적 3,032km²)의 도시화 지역이자 관문으로⁵, 코치 도시공사(Kochi Municipal Corporation, KMC)가 관할함⁶
 - 영어 이외의 공용어는 말레이알람어⁷로, 다른 지역과 구별됨
 - 소득수준이 높아 유럽 소비재 기업의 테스트베드로 자주 활용되며, 치과 의료관광도 발달

4 본래부터 코친(Cochin)으로 통칭되었으나 1996년 탈 영어식 지명 정책에 의해 코치(Kochi)로 변경하였다. 케랄라 주의 주도 아니다.

5 일반적으로 주(state)를 구성하는 지역구(district)의 도시 지역에는 지방자치단체(Local Body)로서 같은 이름의 도시공사(Municipal Corporation)가 설립되어 있지만, 코치 도시공사는 포르투코치, 마탄체리, 에르나쿨람 시가지를 포함하는 복합 도시체이다. 코치와 에르나쿨람은 동의어로 사용되기도 한다.

6 별도로, 코치 대도시권(Greater Cochin)은 코치 대도시권 개발공사(Greater Cochin Development Authority, GCDA)의 사업대상지로, 2011년 인구 290만 명, 면적 732km²임

7 케랄라 주 고유언어

그림12 코치의 위치



자료 구글맵

그림13 코치(에르나쿨람)의 해변



자료 에르나쿨람온라인(<http://www.ernakulamonline.in>)

그림14 코치의 도시 전경



자료 코치메트로 회사 홈페이지

역사기후와 공간구조

■ 역사와 기후

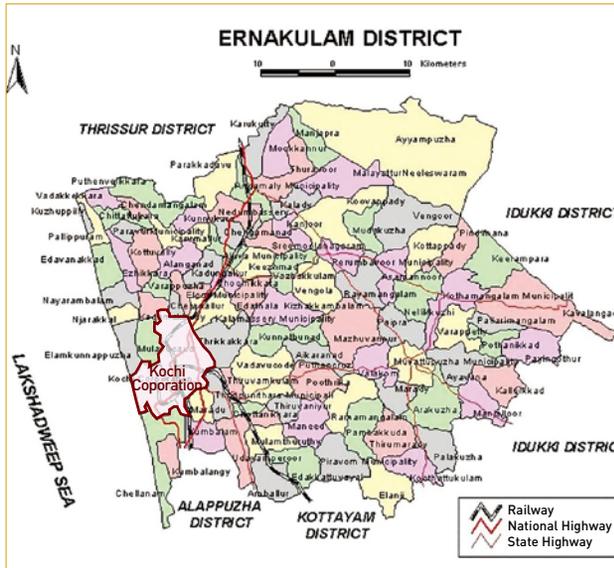
- 고대 시대부터 알려진 오래된 도시로, 코친(Cochin) 왕국이 성립하기도 하였음
- 1503년 포르투갈에 점령되어 유럽인이 인도에 건설한 최초의 식민지가 되었음. 이후 100여 년 단위로 네덜란드, 인도 내 타 왕국, 영국의 지배를 거치는 등 군사·무역의 요충지였음
- 1947년 독립 이후 트라반코어-코친 주 등을 거쳐 1956년 케랄라 주에 소속되었으며, 1967년 주 의회가 포트 코치(Fort Kochi), 마탄체리(Mattancherry), 에르나쿨람(Ernakulam) 도시체를 통합하여 코치도시공사(KMC)를 설립하였음
- 연평균기온이 섭씨 22~32도로 인도 내에서는 온화한 편이며, 계절별 기온차가 적음
- 열대성 기후로 햇볕이 강하고 습도가 높은 한편, 연강수량이 약 2,978mm(한국의 2~2.5배)로 매우 많아 연간 강우일이 125일임
 - 6~11월은 몬순에 의해 집중호우가 내리며, 낮은 지면으로 인해 홍수의 위험이 있음

■ 공간구조

- 코치는 에르나쿨람 지역구의 서쪽 해안에 입지하여 지역 교통의 중심지로 철도, 국가 고속도로, 주 고속도로가 모두 연결되어 있음
- 코치 시가지는 포트코치 타운, 마탄체리 타운, 웰리던 섬, 에르나쿨람 타운으로 구성
- 해안선 길이는 총 48km이며 해안 지역의 평균 고도는 2미터 이하, 동쪽의 경계지점도 평균 7.5미터 정도로 낮고 평탄함. 해안 지역은 낮은 고도를 이용해 운하와 수로가 발달되어 있음
- 도시 외곽에서 페리알(Periyar) 강과 무바투푸자(Muvattupuzha) 강이 흘러들며, 페리알 강은 유량이 풍부한 데 반해, 무바투푸자 강은 우기에만 깊어지는 건천임

- 케랄라 주정부는 코치도시공사 영역을 포함한 코치 도시지역을 설정하여, 개발계획 수립, 관리
 - 코치 도시지역은 코치도시공사(KMC), 트리푸니투라(Thripunithura) 도시체, 칼라마세리(Kalamassery) 도시체 및 14개 마을회의로 구성되며, 총 면적은 369.72km²임
- 코치 도시 지역은 서쪽의 포트코치, 마탄체리, 중앙의 에르나쿨람이 중심이 되며, 동쪽 지역에는 산업지대가 발달되어 있음
 - 포트코치는 전통시대의 도시 지역이자 중산층 거주지역이며, 마탄체리는 오래된 항구가 있던 곳으로 저소득층 거주지역임. 이 구역의 현대적 상업지역은 해안가를 따라 분포하며 내부는 전통적인 가옥과 상점, 교회, 사원, 학교, 공원 등이 혼재되어 있음. 개발계획은 이 지역을 유산지역 및 저밀 주거지역으로 설정함
 - 포트코치와 에르나쿨람 중간에 위치한 웰링턴 섬은 서쪽과 북쪽에는 여러 개의 여객항 및 무역항으로 구성된 코친 항이 있고, 동쪽에는 해군기지가 입지하며, 중앙에 케랄라 주 해군 비행단 공항이 있음. 또 서쪽에 철도 선적장이 있음
 - 에르나쿨람 해안의 마린 드라이브(Marine Drive)와 마하트마간디 로드(MG road) 주변은 현대 코치의 도심지로 상업활동이 집중되어 있으며, 그 남쪽인 웰링턴 섬 맞은편 지역에는 조선소가 있음. 현재 동북지역의 에다팔리로 개발이 확장되고 있으며, 개발계획에도 반영되었음. 개발계획은 도심 주변을 저밀주거로, 좀 떨어진 지역을 고밀주거로 설정하고 있음
 - 에르나쿨람 동쪽 칼라마세리와 동북쪽 카카나드 지역(인포파크)에는 코친 특별경제구역(SEZ)이 설정되어 IT 산업단지가 있으며, 카카나드 동북쪽에는 코친 국제공항이 있음
 - 에르나쿨람 서북쪽은 농업지대, 북쪽은 습지로 향후 별다른 개발계획은 없음
- 주된 교통량은 에르나쿨람 타운 지역에서 발생함
 - 남북 방향 교통이 발달하고 있으며, 동쪽의 카카나드 지역으로 연결되는 교통량도 큼

그림15 에르나쿨람 지역구와 코치의 위치



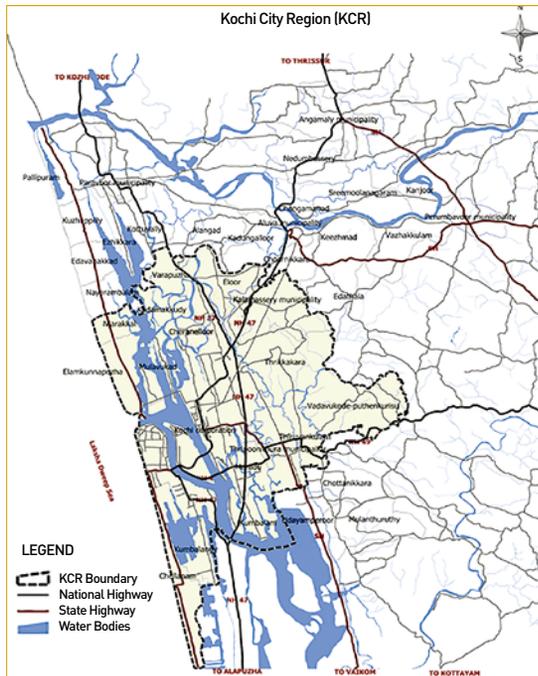
자료 에르나쿨람 지역구 홈페이지

그림16 코치 도시공사의 관할구역



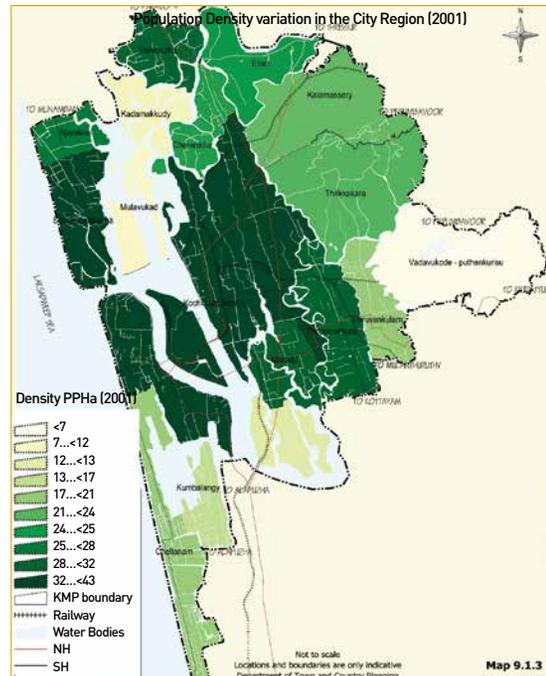
자료 코치 도시공사 홈페이지

그림17 코치 도시지역의 경계



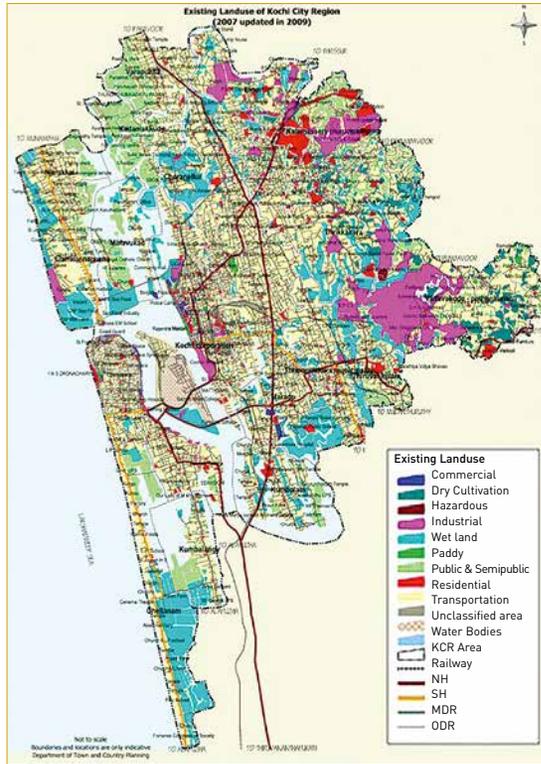
자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

그림18 코치 도시지역 구역별 인구밀도



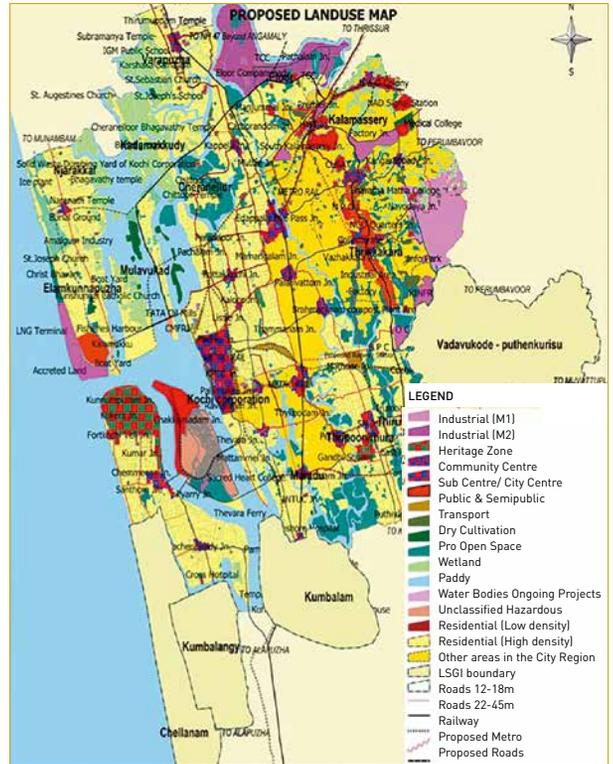
자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

그림19 코치 도시지역(KCR)의 토지이용현황



자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

그림20 코치 개발계획 2031의 토지이용제한



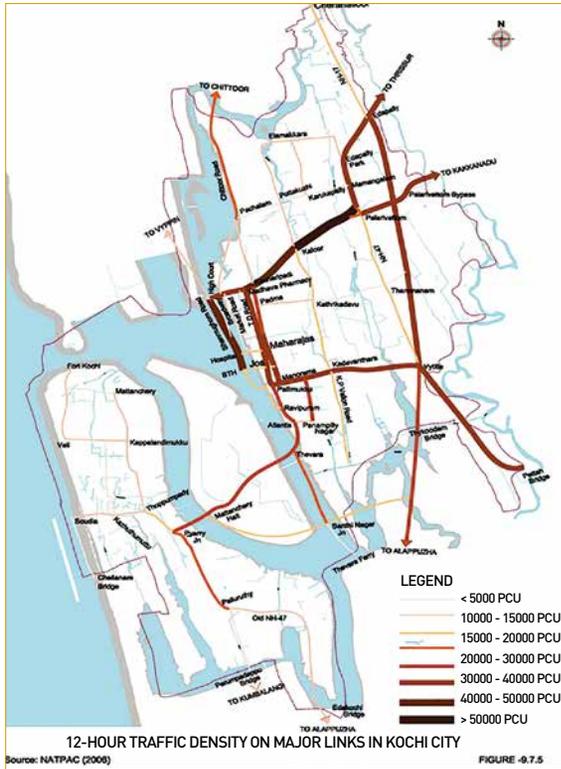
자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

- 2017년 8월, 도시철도 1단계(경전철)를 완전 개통하였으며, 아직 BRT는 건설하지 않음
- 도시철도는 3량 1편성(좌석 114인 포함 600~975인승)으로 5분 간격으로 운행하여 최종 3분 간격을 목표로 함
- 2013년 Phase I(25.6km, 22개역)을 기공하여, 2017년 6월 알루바(Aluva)~팔라리 바툼(Palari vattom)간 우선 개통하였으며, 2017년 8월 완전개통 예정⁸
- 팔라리 바툼에서 카카나드의 인포파크(Infopark)로 연결되는 2단계도 추진 중임

8

2017년 9월 현재 개통여부 미확인

그림21 코치의 교통량



자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

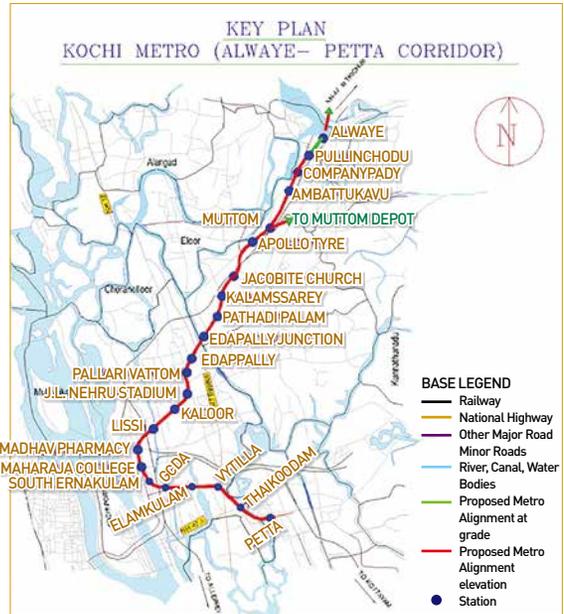
그림23 운행 중인 도시철도



자료 코치메트로레일회사 홈페이지(<https://kochimetro.org/>)

- 버스, 철도노선 외에 수로 교통도 발달되어 있음
- 버스노선은 시의 핵심지역을 중심으로 운행하며, 에르나쿨람 타운 내에서 바둑판형 노선을 갖춘, 포트코치 타운은 방사선형 노선이며, 웰링턴 섬은 1개 도로만 활용하고 있음
- 수로(backwater)는 길이 1~10km의 경로 10여 개가 있으며, 수상 운송로가 될 뿐 아니라 수상 가옥도 존재함

그림22 코치 도시철도 1단계 노선계획도



자료 코치메트로 프로젝트 세부보고서(2011)

주 Alwaye가 Aluva로 바뀌는 등 실제역명과 일부 상이함

그림24 도시철도 건설 모습



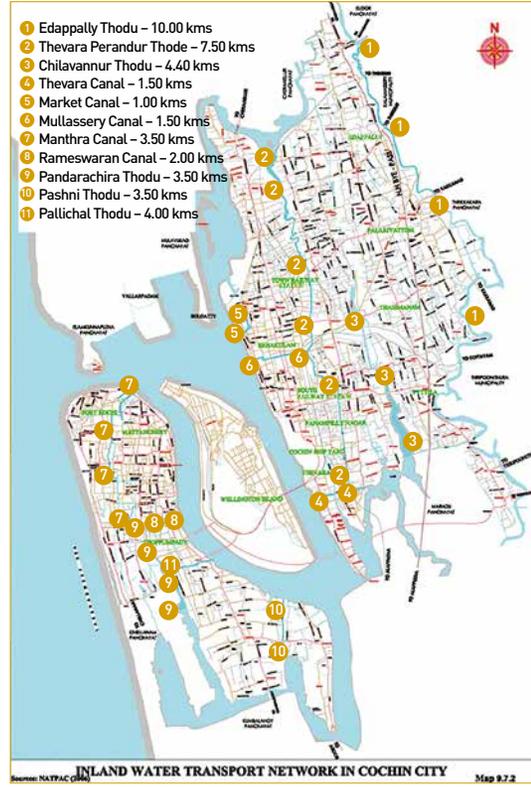
자료 코치메트로 회사 홈페이지

그림25 버스노선도



자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

그림26 수로 지도



자료 코치도시지역개발계획 2031(2010)

개발 프로젝트

■ 마린 드라이브(Marine Drive)와 비전2030

- 대코치개발청(GCDA)의 대표 사업으로 코치의 해안 경관지로 개발되었음
 - 이름과 달리⁹ 자동차는 다닐 수 없는 산책로로 쇼핑몰, 카페 등이 입점하고 있음
- 대코치개발청은 비전2030을 통해 글로벌 코치 개발을 목표로 하고 있으며, 코치의 경관을 바꿔나갈 계획임
 - 비전2030의 일환으로 마린드라이드 2단계 사업(400ha 규모)도 계획 중

⁹ 대코치개발청은 당시 뭍바이에서 추진된 뭍바이 마린드라이브에서 이름을 따왔음

그림27 마린 드라이브의 낮과 밤 모습



자료 위키피디아

■ 코치 메트로 도시철도(2단계)

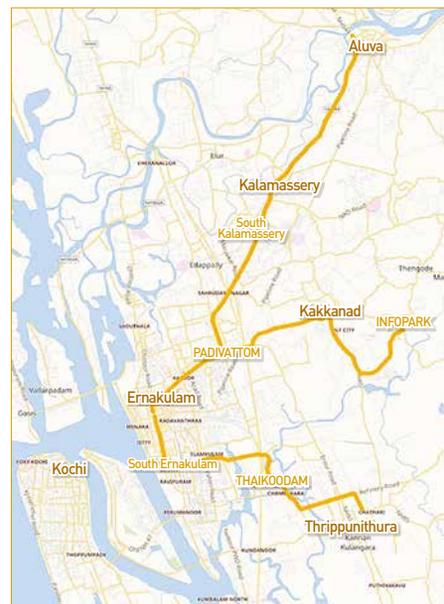
- 카카나드 인포파크로 연결되는 Phase II(11.2km, 11개역)가 계획되어 있음
- 2017년 5월 사업 승인이 되었으며 총 사업비는 257억 7천만 루피(한화 약 4,500억)

그림28 도시철도 2단계 노선계획도



자료 더힌두(<http://www.thehindu.com>)

그림29 도시철도 완성 노선도



자료 코치메트로 회사 홈페이지

■ 인포파크

- 케랄라 주가 소유하는 정보기술 산업단지로 카카나드의 코치 특별경제구역 (SEZ)에 있으며, 2004년 1단계(40.9ha) 착수 후 지속 건설 중이며 2단계 (64.7ha)도 추진 중
- 29.7ha가 준공되어 운영 중이며 200여 개 회사가 입주하여 3만 2,000여 명이 근무 중
- 1단계 전체가 SEZ에 포함되지는 않으며, 약 80%의 구역이 해당함
- 2단계는 약 2km 떨어진 지점에 계획되었으며, 계획 입주인원은 5만 명. 호텔, 복합 쇼핑몰 등, 엔터테인먼트 센터 등도 입점 예정
- 방사형 거점전략(Hub and Spokes)에 따라 코치 인포파크가 중심 거점을 이루며, 트리수르(Thrissur), 체르탈라(Cherthala) 지역구에 지점을 건설함

그림30 인포파크 1단계 전경



자료 인포파크 홈페이지(<http://www.infopark.in/>)

그림31 인포파크 2단계 조감도

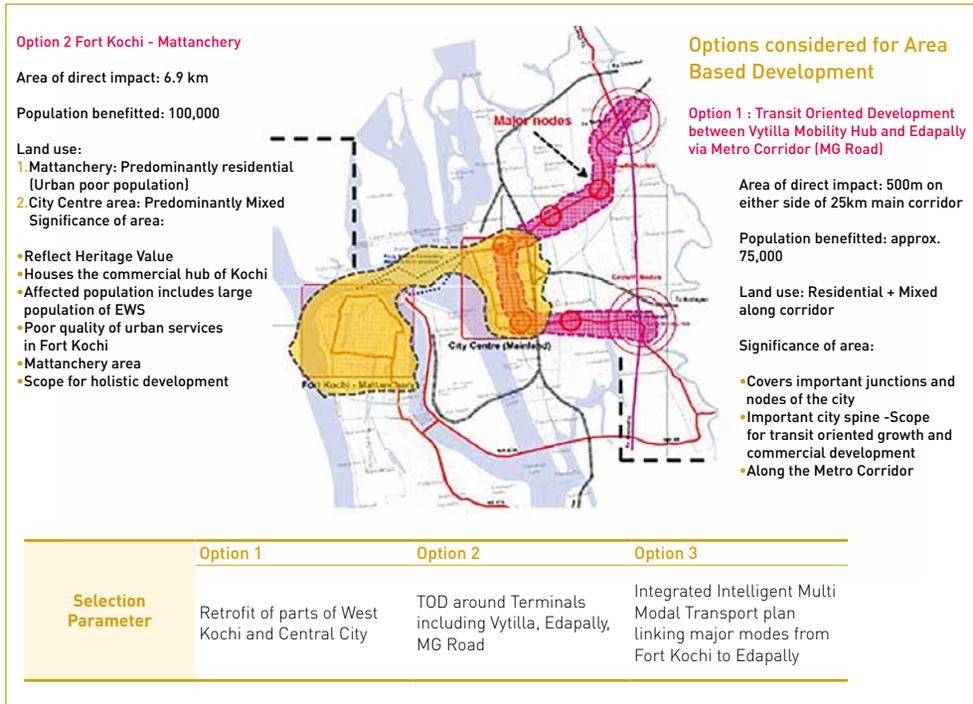


자료 인포파크 홈페이지(<http://www.infopark.in/>)

■ 코치 스마트도시 계획

- 기존의 도시철도, 버스 등의 동력-육상 운송수단과 수로, 자전거 등의 운송 수단 연계
- 에르나쿨람과 포트코치-마탄체리 지역으로 나뉘어 추진하되 스마트 요소 접목
- 에르나쿨람은 마하트마간디로드와 도시철도 노선 중심으로 대중교통지향 개발(TOD) 수행
- 포트코치-마탄체리는 구도심 재생의 일환으로 지리적 유산을 보호하고 개선함
- 와이파이 핫스팟, 분산형 하수처리, 에너지고효율 조명, 스마트 교통신호, 계량기 등 도입

그림32 코치 스마트 도시계획의 내용



자료 인포파크 홈페이지(<http://www.infopark.in/>)

주요 강점과 약점

■ 강점

- 지형지리적 고유성. 도시의 22%가 운하와 호수를 이루고 있으며, 수로연장이 40km
- 다층적이고 다양한 배경문화. 서쪽 지역은 10여 개 문화의 발상지
- 깨끗하고 위생적인 도시. '스와치 भारत(Swachh Bharat, 클린 인디아 캠페인)' 4위이며, 화장실 보급률이 95%
- 전기와 물이 풍부하고, 공항·항구·도로 등 물류 및 여객 인프라가 갖춰져 있음
- IT 및 서비스 분야의 성장. 10여 개의 IT/ITES 기반의 특별경제구역 보유
- 높은 관광 상품성. 케랄라 주의 관광 관문으로 매년 도시 인구 4배의 관광객 방문

- 의료수준이 높아 인도 전역에서 의료관광객이 유입됨. 특히 치과가 발달
- 높은 소득수준, 문해율이 높고(88.4%) 특히 여성 문해율도 높음(88%)

■ 약점

- 토지이용의 제약. 습지와 수면이 전체 토지의 27%. 추가 10%는 보호구역
- 파편화된 가용지와 무계획적 도시확장
- 도시서비스가 불균형적인 상태. 전체적으로 서비스 레벨이 높으나 구도심인 코치-마타체리 요새(Fort Kochi-Mattancherry)가 노후화되어 서비스가 불충분함
- 부족한 도로율로 인한 도로 부담 가중과 비과학적으로 설계된 교차로
- 걷기 어려운 환경과 부족한 거리안전. 6% 이하의 도로만이 양측에 인도가 있음. 관리하기 어려운 교통상황과 비유기적 교통신호 등이 보행자와 자전거 이용자를 위협하게 함
- 교통수단 간의 연계 부족
- 낮은 재정자립도
- 고등교육시설 부족으로 인한 고학력자의 유출

인프라 현황

지표	코치(도시공사구역)	케랄라주(도시지역)	인도(도시지역)
상수도 보급률(%)	95.55	30.35	84.14
전기 보급률(%)	99.08	97.01	92.68
화장실 보급률(%)	94.62	75.29	72.57
인터넷연결컴퓨터 소유 가구비율(%)	20.87	8.90	8.27
인터넷미연결컴퓨터 소유 가구비율(%)	14.86	11.46	10.40
핸드폰보급률(%)	54.12	47.45	64.33
주택 자가율(%)	75.48	88.30	69.16

주 2011년 기준

참고문헌

- CMDA, 2008, 2차 마스터플랜(Second Master Plan for Chennai Metropolitan Area, 2026) Vol.1-Vol.3
- COC, 2011, 첸나이 스마트도시 제안서(SCP)
- ITDP, 2011, 첸나이BRT타당성검토보고서(BRT in Chennai-Toward a new paradigm in urban mobility)
- KMC, 2016, 코치 스마트도시 제안서(SCP)
- Kerala State, 2010, Development Plan for Kochi City Region 2031
- DMRC, 2011, Detailed Project Report Kochi Metro Project(Alwaye-Petta Corridor)

주목할 도시자료

보고서

2030년을 준비하는 유럽 대기오염 관리의 새 지침
2016년 개정된 NEC 지침에 대한 평가보고서

최유진 서울연구원 안전환경연구실 연구위원

보고서

대기오염의 대기는 얼마인가?

이윤 선문대학교 국제경제통상학과 교수

보고서

2030년을 준비하는 유럽 대기오염 관리의 새 지침

2016년 개정된 NEC 지침에 대한 평가보고서

[글] 최유진 연구위원 yjchoi@si.re.kr
서울연구원 안전환경연구실



Clearing the Air-a critical guide to the new national emission ceilings directive, 2017, European Environmental Bureau (EEB)

인도, 중국, 한국 등은 대기오염이 심한 나라로 자주 언급되어 왔다. 그러나 이제 미세먼지, 초미세먼지, 오존 등의 대기오염은 특정 국가의 문제가 아니다. 2016년 12월 파리에서는 며칠 동안 지속된 스모그 때문에 차량운행이 통제되는 등 유럽의 여러 도시에서도 대기오염이 이슈가 되고 있다. EU의 한 조사에서는 대기오염으로 매년 43만 명 이상의 유럽인들이 조기사망하고 있으며, 이는 매일 1,000명 이상이 사망하는 수치라고 밝혔다.

2001년 EU는 유럽의 대기질 개선과 대기환경 관리를 위해 ‘국가별 배출량 상한(National Emission Ceilings, NEC)’ 지침을 처음 채택했다. 이 지침은 회원국의 대기오염물질 배출량을 제한하여 유럽 전반의 대기질 악화를 방지하고자 마련된 EU의 법적 수단이다. 2001년에 채택된 NEC 지침은 2010년까지, 그리고 이후 매년 네 종류의 대기오염 물질, 즉 이산화황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 휘발성 유기화합물

(NMVOCs), 암모니아(NH₃)의 배출 감축량을 설정하고 있다. 그런데 이 지침이 2016년에 개정되었다. 2020년과 2030년을 목표로 대기오염물질 배출 감축량을 새롭게 설정한 것이다. 2001년의 지침은 2019년까지 효력을 발휘하며, 그 이후에는 2016년 개정된 지침에 따라 2020년의 대기오염물질 배출 감축량이 적용된다. 또한 NEC 지침은 EU의 대기질 향상을 목표로 한 대기환경 지침(The Ambient Air Quality Directive), 월경성 장거리 대기오염에 관한 협약(Convention on Long-Range Trans-boundary Air Pollution), 예테보리 의정서(Gothenburg Protocol) 등 기존의 다른 지침 및 규정을 보완하고 있다.

2017년 유럽환경국(European Environmental Bureau, EEB)은 2016년의 개정된 NEC 지침에 대한 평가보고서인 ‘Clearing the Air: A critical guide to the new National Emission Ceilings Directive’를 발간했다. 이 평가보고서는 크게 3장과 권고사항으로 구성되어 있다. 1장에서는 개정된 NEC 지침에 대한 소개와 그 한계를 설명하고, 2장에서는 새로운 지침이 어떻게 작동하며 새로운 규정을 준수하기 위해 회원국이 무엇을 해야 하는지를 제시한다. 3장은 NEC 지침

준수를 위한 구체적인 방법과 더불어 오염물질을 줄일 수 있는 지침 이외의 방법도 간략히 제시하고 있다. 마지막으로 각국 정부와 유럽 집행위원회에게 제시하는 주요 권고 사항을 담고 있다. 대기오염에 대한 EU의 장기계획과 이에 대한 평가를 통해 우리나라의 대기질 개선 계획과 방향을 검토할 필요가 있다. 그런 의미에서 2016년 EU의 NEC지침에 대한 평가보고서의 주요 내용을 살펴보았다.

2001년 지침과 2016년 지침의 가장 큰 차이는 처음으로 초미세먼지(PM_{2.5})가 추가되었다는 점이다. 개정된 NEC 지침의 핵심은 2030년을 목표로 하는 국가배출감축약속(National Emissions Reduction Commitments, NERCs)이다. NERC는 회원국이 특정 대기오염 물질에 대해 특정일까지 달성해야 하는 배출 감축량을 정한 것으로, EU 전역의 대기오염 개선을 목표로 산출된 값이다. 28개국 회원국에 대해 2005년을 기준년도로 다섯 종류의 대기오염 물질에 대한 2020년과 2030년의 배출량 감축비율을 담고 있다.

〈표 1〉은 2020 NEC, 2030 NEC, 기존의 EU 법규, 가용기술 적용 등 여러 시나리오에 따른 다섯 가지 대

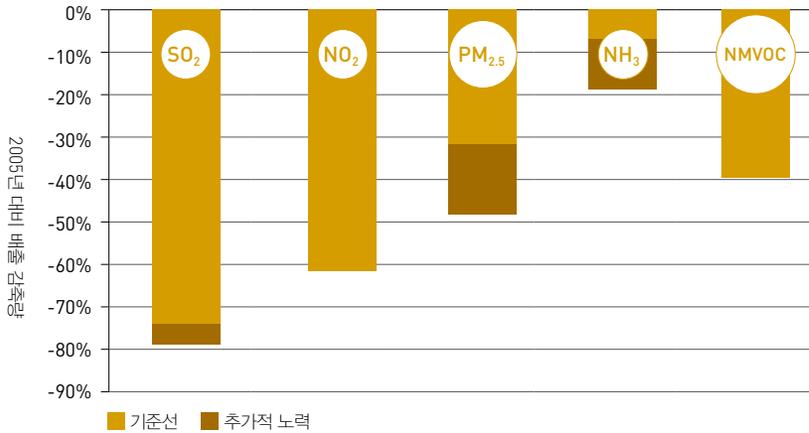
표 1 2005년 대비 EU 28개국의 오염물질별 배출 저감비율

EU28	2005	2012	2020 NEC	2030 CLE	2030 NEC	2030 MTRF
	전체발생량	이미 달성한 저감량	NEC 지침에서 요구하는 저감량	기존 법규이행에 따른 기대 저감량	NEC 지침에서 요구하는 저감량	가용기술적용에 따른 기대 저감량
SO ₂	7710	-48%	-59%	-74%	-79%	-84%
NO ₂	11531	-27%	-42%	-63%	-63%	-73%
PM _{2.5}	1414	-12%	-22%	-32%	-49%	-62%
NH ₂	3878	-5%	-6%	-8%	-19%	-35%
NMVOC	8775	-24%	-28%	-40%	-40%	-61%

자료 Final agreement on the NEC Directive [30 June 2016] and IIASA TSAP report

주 2030 CLE(기존의 EU 법규를 적용한 2030 시나리오= Baseline), 2030 MTRF(가용기술을 적용한 시나리오)

그림1 Baseline(2030 CLE) vs. 2030 NEC 저감량 비교



자료 Final agreement on the NEC Directive (30 June 2016) and IIASA TSAP report

기오염 물질의 저감비율을 보여준다. 평가보고서가 강조하는 점은 기존의 EU 법규와 비교해 개정된 NEC 지침이 EU 회원국들의 대기오염물질 배출 저감을 얼마나 주도할 수 있는가이다. <그림 1>로 그 차이를 확인할 수 있다. 질소산화물과 휘발성 유기화합물은 기존의 규제로도 2030년 NEC 배출량 저감목표를 달성할 수 있고 이산화황에 대해서도 기존의 EU 규제에 약간의 추가적 감축을 유도하는 역할밖에 하지 못하므로 2016년 NEC 지침이 이산화황, 질소산화물, 휘발성 유기화합물의 배출량 감축에 주된 규제 역할을 못한다고 지적하고 있다.

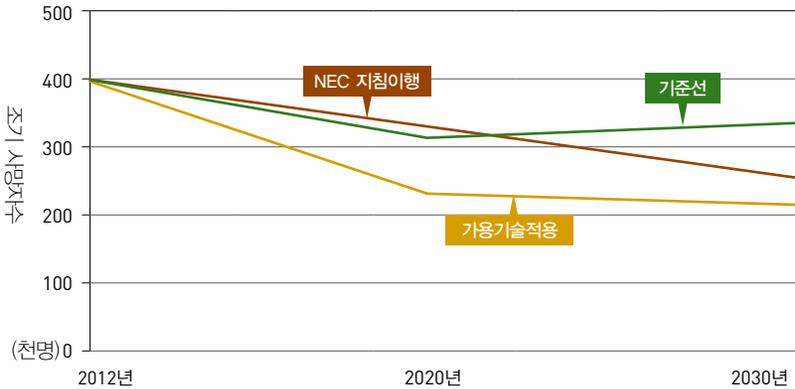
다만 2016년 NEC 지침이 초미세먼지와 암모니아에 대해서는 기존 규제보다 30% 이상의 배출량 저감을 요구하고 있어, 이 두 오염물질에 대해서는 회원국의 배출량 저감을 주도할 것으로 기대된다. 따라서 회원국들은 2030년까지 초미세먼지와 암모니아에 대한 NERC를 달성하기 위해 기존 규제에 따른 조치 이상의 추가적인 조치를 계획해야 한다. 또 하나 특징적인 것은 초미세먼지 배출 저감조치를 취할 때 블랙카

본(Black Carbon) 배출을 우선적으로 검토할 것을 주문하고 있다. 이는 블랙카본이 건강에 해로운 물질일 뿐만 아니라 지구 온난화에 영향을 미치는 오염물질로 알려져 있기 때문이다.

평가보고서는 최종적으로 합의된 NEC 지침이 초기에 제시한 내용에서 많이 후퇴했음을 지적하고 있다. 이는 기업형 농장, 일부 회원국가들의 입김이 작용한 결과로, 유럽 집행위원회가 2030년을 목표로 한 140개의 NERC 중 79개가 초기 제안보다 약화되었다. 또한 유럽의회와 위원회, 시민사회의 반대에도 불구하고 회원국들은 지침에서 메탄(CH₄)을 제외했고, 회원국 자신들이 NERC를 보다 쉽게 준수할 수 있도록 다양한 유연성을 포함한 것도 문제로 지적되고 있다.

새로운 지침의 결과로 EU에서 대기오염으로 인한 조기사망이 2005년 대비 2030년에는 절반으로 줄어들 것으로 예상하고 있다. 그러나 지침이 정해놓은 2030년 이후에도 여전히 25만 명에 가까운 유럽인들이 대기오염으로 조기에 사망할 것으로 추정, 새 지침도 충분치 않다고 꼬집고 있다.

그림2 초미세먼지 노출에 의한 조기 사망자수 비교



자료 Commission impact assessment summary, EEA 2016 air quality report, EMRC for EEB air-o-meter.

평가보고서는 2016년 NEC 지침에서 목표로 하는 배출량 감축 달성의 핵심 분야로 농업, 난방, 석탄발전 등을 꼽았다. 그리고 EU에서 암모니아 배출량의 95% 이상이 화학비료와 가축분뇨 등 농업 분야에서 배출되는 점을 고려하여, 이 분야에 적용 가능한 암모니아 배출 저감 방안을 제시하고 있다. 예를 들면 화학적 또는 생물학적 공기 정화기술을 적용한 분뇨 저장방식, 분뇨와 슬러리(slurry)를 직접 토양에 주입해 빠른 흡수를 유도하는 방법, 요소처럼 암모니아 발생이 적은 화학비료 사용, 대형 기업형 농장에 대한 적극적 관리(암모니아 배출의 80%가 대형 기업형 농장에서 배출)이다. 더불어 바이오가스 사용에 대한 홍보와 재정지원, 지속가능한 농업방식 장려, 육류 및 유제품 소비 저감을 위한 방안 마련도 회원국들에게 제안하고 있다.

2010년 EU 초미세먼지 배출량의 약 43%는 난방에서 배출되었다. 향후 디젤 차량에 대한 강력한 규제로 도로교통 부문의 초미세먼지 배출이 크게 감소될 것을

예상하면, 난방 분야가 초미세먼지 배출 및 농도의 주된 원인이 될 것으로 보고 있다. 특히 석탄이나 고체 바이오매스를 난방 연료로 사용하는 것을 가장 큰 문제로 지적하고, 회원국들이 배출량을 줄이기 위해 취할 수 있는 조치들을 제시하고 있다. 예를 들면 노후한 난방 방식을 친환경적인 재생에너지나 지역난방 등으로 교체하도록 경제적 인센티브 제공, 주거지역 내 고체연료 사용 금지나 대체기술 및 배기가스 정화기술 사용 장려, 가장 깨끗한 설비와 효율적으로 운영하는 방법 제공, 친환경적 난방기기를 소비자에게 알리는 라벨링 제도 도입 등이다.

2013년 석탄발전소는 EU 산업 분야 SO₂ 배출량의 52%, 질소산화물 배출량의 40%, PM 배출량의 37%를 차지하고, CO₂ 및 수은 배출량의 상당 부분도 석탄발전소에서 배출되는 것으로 조사되었다. 최근 한 NGO 보고서는 유럽의 257개 석탄발전소에 최적이용기술(BAT)¹을 적용하면 매년 2만 명에 해당하는 유럽인의 생명을 구할 수 있다고 추정했다. NEC 지침을 준수하는 효과적이고 신속한 방법이 가장 엄격한 BAT를 적용하면서 석탄발전을 단계적으로 폐쇄하는 것임을 제안하

¹ 최적이용기술(Best Available Techniques, BAT): EU 회원국, 유럽 집행위원회(European Commission), 산업계 및 NGO 대표들의 합의로 선정된 사용 가능한 최적의 저감기술

고 있다.

새 NEC 지침으로 회원국들이 2030년 배출감축 약속을 이행하기 위해 도로교통 부문에 추가적인 조치를 취할 필요는 없다. 하지만 이것은 자동차에 대한 Euro 배출기준 등 현재의 정책이 제대로 작동한다는 가정 에 기반을 둔 것이다. 폭스바겐 경유차 사건처럼 실제 주행시 기준을 훨씬 넘는 오염물질이 배출되는 문제를 해결하지 못하면 경유차 비중이 높은 EU의 대기환경 개선계획에 문제가 발생할 수 있다. 다행히 이러한 문제를 바로잡기 위해 2017년부터 실주행 배출 검사 (Real-world Driving Emissions, RDE)가 도입될 전망이다. 하지만 자동차 산업 쪽에서도 RDE 테스트 도입을 지연하려는 움직임이 있어, 평가보고서는 각 회원국이 약속대로 새로운 RDE 테스트를 지체 없이 도입할 것을 주문하고 있다.

평가보고서가 강조하고 있는 농업, 난방, 석탄발전소, 도로교통 부문의 내용들은 서울을 포함한 우리나라도 주목해야 하는 부분이다. 농업 분야에서 배출이 많은 암모니아는 대기 중에서 질소산화물과 황산화물과 반응해 초미세먼지를 생성한다. 서울시 초미세먼지의 40~60% 내외가 이러한 생성 과정을 거치는 것으로 추정되므로 질소산화물, 황산화물과 더불어 암모니아 배출관리도 중요한 부분이다. 그러나 국내에서는 암모니아 배출 관리에 대한 관심이 상대적으로 미미하다.

또한 서울시도 교통 부문과 더불어 난방 부문의 배출이 초미세먼지 농도에 미치는 영향이 큰 것으로 조사되고 있어, 난방연료의 신재생에너지 전환이나 친환경적 난방기기 사용 확대 등의 적극 추진이 필요한 상황이다. 석탄 화력발전과 경유차 실주행 오염물질 배출은 우리나라도 EU와 같이 문제가 되고 있다.

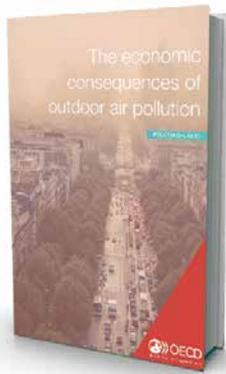
이처럼 EU가 겪고 있고 중요하게 고민하는 문제들이 우리나라에도 유사하게 적용될 수 있는 만큼, 향후

EU가 새로운 NEC 지침을 어떻게 추진하고 모니터링 하는지를 지켜보면서 우리나라의 대기질 관리 방향 및 계획을 점검하고 수정하는 노력이 필요해 보인다. **W**

보고서

대기오염의 대가는 얼마인가?

[글] 이윤 교수 lyoon21@sunmoon.ac.kr
선문대학교 국제경제통상학과



The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution, 2016, OECD

대기오염에 따른 경제적 비용의 발생구조

대기오염이 전 세계적으로 심각한 문제를 낳고 있다. 인류 건강을 위협하고 농업 생산성을 저해할 뿐만 아니라 생물다양성¹을 감소시키고 있다. 한 예로, 2013년 한 해에 대기오염과 관련한 질병으로 550만 명이 목숨을 잃은 것으로 보고된 바 있다. 이 사실은 대기오염이 환경문제에 국한하지 않고 후생² 측면에서 경제성장에도 부정적인 영향을 끼치고 있음을 대변한다.

2016년 경제협력개발기구(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)가 발표한 ‘외부 대기오염의 경제적 결과(The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution)’는 대기오염이 가져온 악영향을 경제적 비용으로 진단한 보고서다. 점점 심각해지고 있는 초미세먼지 문제에 직면한 우리로서도 그에 따르는 경제

¹ 생물다양성(Biodiversity)은 일반적으로 유전자 다양성(Genetic diversity), 종 다양성(Species diversity), 생태계 다양성(Ecosystem diversity)으로 나눌 수 있다.(유네스코 한국위원회 홈페이지 참고, <http://www.unesco.or.kr>)

² 후생(厚生)이란 경제적 용어로, 사람들의 생활을 풍요롭게 하는 행위나 건강을 유지하고 좋게 하는 일을 통칭한다.(권오상, 2013)

그림 1 대기오염의 경제적 비용 산정 절차



자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

적 비용의 발생 구조를 검토할 필요가 있다. 대기오염이 구체적으로 어떤 문제를 유발하여 어느 정도의 비용 손실이 발생하는지, 보고서를 확인함으로써 앞으로의 부정적 여파에 대비하고 해결책을 마련하는데 실질적인 도움을 받을 수도 있을 것이다.

전반적으로 보고서의 내용은 사망과 질병 발생이라는 건강 측면과 농업 측면으로 구분하여 대기오염의 경제적 비용을 상세히 진단하고 있다. 미숙아 사망이나 질병 발생에 따른 병원비 증가 등의 경제적 비용은 후생 측면에서 정량화하여 발표하였다. 다만 대기오염에 따른 생물다양성 피해와 질소산화물(Nitrogen Oxide, NOx) 노출에 따른 직접 건강피해 등은 아직 정확한 정보가 구축되어 있지 않아 제외되었고, 실내공기 오염 역시 건강에 직접적인 영향을 끼치는 부분이지만 이 보고서는 외부 대기오염에 초점을 맞추었다.

대기오염의 추정과 비용 산정의 방식

다섯 가지 절차

대기오염의 경제적 비용을 산정하기 위해서는 오염행위와 경제활동의 직접적인 연결 고리를 찾아야 한다. 이를 위해서 대기오염 물질이 대기 중으로 얼마나 방출(Emission)되는지, 대기오염 물질이 대기 중

에 얼마나 존재하는지, 인간이 대기오염 물질에 얼마나 노출(Exposure)되는지, 그 영향이 생물물리학(Biophysics)³적으로 어느 정도인지를 측정하여 경제적 비용으로 산정하는 절차가 필요하다. <그림 1 참조>

먼저 경제행위와 오염행위를 연결하기 위해서 OECD에서 개발한 ENV-Linkages 모형⁴을 통해서 2015~2060년까지 경제적 일반균형⁵을 추정하였다. 매년 경제활동에 따른 대기오염물질 배출량도 같이 추정되었고, GAIN 모형을 통해서 대기오염 추정 계수를 조정하였다. 대기오염 배출량은 초미세먼지(PM2.5)와 오존을 중심으로 추정하였으며, 그 영향은 노동력 상실일수, 병원 방문기록, 그리고 농업생산량 감소로 구분하여 산정되었다. 각각의 영향들을 경제적 비용으로 최종 합산하여 후생 측면에서 제시하였다.

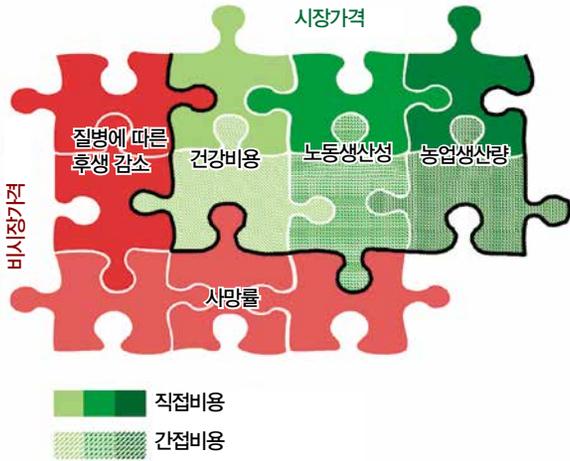
이러한 경제적 비용은 시장 가격과 비시장 가격으로 구분될 수 있으며, 시장 가격으로 산정되는 영향은 직접적으로 경제성장과 연결하여 설명할 수 있다. 또한 시장 가격으로 산정된 대기오염의 경제적 비용은 건강비용, 노동생산성, 농업생산량으로 분류할 수 있으며, 비시장 가격으로 산정되는 비용은 질병에 따른

³ 생물물리학은 물리적 법칙과 방법을 사용하여 생명현상을 연구하는 학문이다.(www.doopedia.co.kr)

⁴ ENV-Linkages 모형은 경제학에서 말하는 경제행위의 일반균형을 컴퓨터를 통해서 연산하여 지역별, 국가별로 나누어 그 균형을 찾아가는 모형이다.

⁵ 일반균형은 여러 여건(생산의 기술적 조건, 기후, 재화 및 생산요소의 부존량 등이 주어질 때)을 고려한 경우 완전경쟁과 이윤 및 효용 극대화 원리가 작용한다는 가정 아래 가격을 포함한 모든 경제량이 균형상태에 있게 된다는 것을 의미한다.(Mas-Colell et al., 1995)

그림2 경제적 비용의 범주



자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

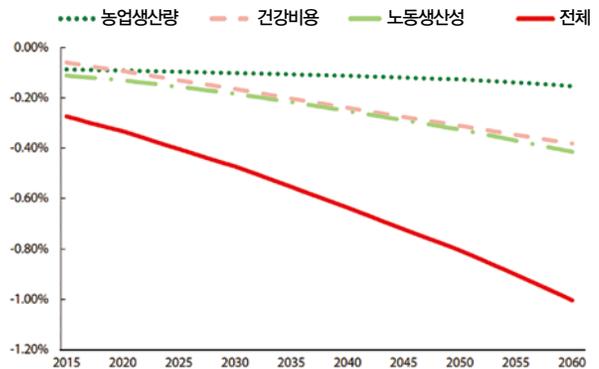
후생 감소와 사망을 들 수 있다. 이 모든 비용은 각각 직접비용과 간접비용으로 다시 나누어볼 수 있다.

비시장 가격의 경우 모형 상에서 직접적으로 경제 행위와 연결되지 않기 때문에 산정하는 데 많은 어려움이 있다. 따라서 비시장 재화의 가치를 추정하는 환경경제학적 방법을 통해서 산정하였다. 이는 시장에서 거래되지 않는 환경재(Environmental Goods)의 가치를 산정할 때 일반적으로 사용되는 연구방법론으로, 흔히 멸종위기종의 경제적 가치나 공기 혹은 깨끗한 물의 경제적 가치를 산정할 때 많이 사용된다.

대기오염 배출량과 농도

세계적으로 초미세먼지와 오존 농도는 2060년까지 증가할 것으로 추정되며, 그 수치는 세계보건기구(WHO)의 권고수치보다 높은 것으로 나타났다. 특히 초미세먼지는 아시아의 중국과 인도와 남반부를 중심으로 매우 크게 증가한다. 우리나라는 오존의 증가가 두드러지게 나타나며, 중동과 지중해 지역에서도 오존 농도가 큰 폭으로 증가하고 있다. <그림 4 참조>

그림3 대기오염이 경제성장에 미치는 영향



자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

대기오염 물질의 영향과 발생비용

건강과 농업생산량에 미치는 영향

조사 결과 대기오염의 가장 큰 위험은 미숙아의 사망으로 나타났다. 2010년 대기오염으로 인한 사망자수는 전 세계적으로 300만 명이었으나, 2060년에는 600~900만 명으로 증가할 것으로 예측된다. 그러한 추정의 근거는 인구 증가와 고령화 그리고 도시화에 따라 초미세먼지와 오존 농도에 노출되는 인구도 그만큼 늘어나기 때문이다. 미숙아 사망은 OECD 회원국이 아닌 중국과 인도에서 더욱 많이 발생할 것으로 예측되지만, 일본과 한국의 증가율도 높게 나타난다.

<그림 5 참조>

실외 대기오염의 거시경제 비용

실외 대기오염이 시장에 미치는 영향은 노동생산성 감소, 병원비 증가, 농업 생산량 감소를 들 수 있다. 이는 국가의 경제성장에서 대기오염의 영향을 제외한 경우와 비교하여 그 영향을 추정할 수 있다. 전

지구적으로는 대기오염이 경제성장에 미치는 영향은 부정적이다.

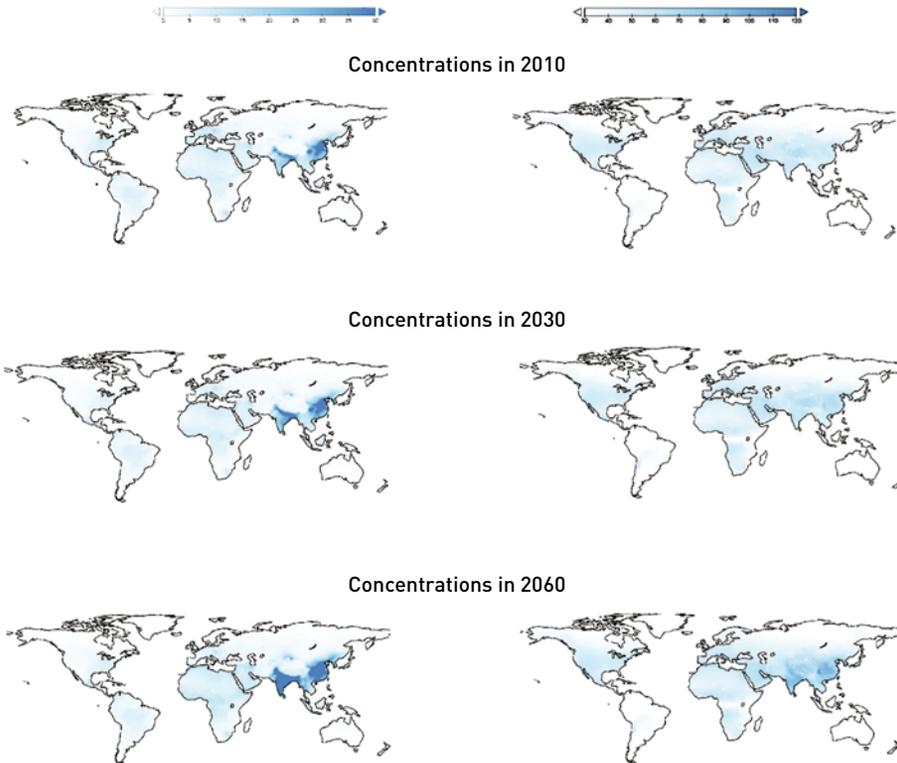
우리나라의 경우는 농업 생산량보다는 병원비 지출과 노동 생산성 감소가 가장 큰 것으로 나타났으나, OECD 비회원국과 비교하면 그다지 부정적인 수준은 아니다.

질병과 사망에 따른 후생비용

대기오염물질 증가가 후생에 미치는 영향을 정량화하기란 쉽지 않은 작업이지만, 일반적으로 지불의사액(Willingness-to-Pay, WTP)을 물어보는 방식

과 목숨의 통계적 가치(Value of a Statistical Life, VSL)를 이용하여 분석할 수 있다. 전 세계적으로 후생비용은 2015년에 약 3.2조 달러로 추정되며, 2060년에는 18~25조 달러로 증가할 것으로 보인다. 이러한 후생비용은 다시 질병치료 비용과 노동력 상실 비용으로 나눌 수 있는데, 이를 지역별로 보면 중국이 가장 높고 다음으로 한국과 동부 유럽지역 순이다. 한국에서는 만성 기관지염이 260건으로 분석되어, 중국에 이어 매우 심각한 수준으로 나타났다. 이로써 초미세먼지 등이 향후 우리나라 의료보건 시장에 매우 부정적인 영향을 끼칠 것으로 전망된다. <그림 6 참조>

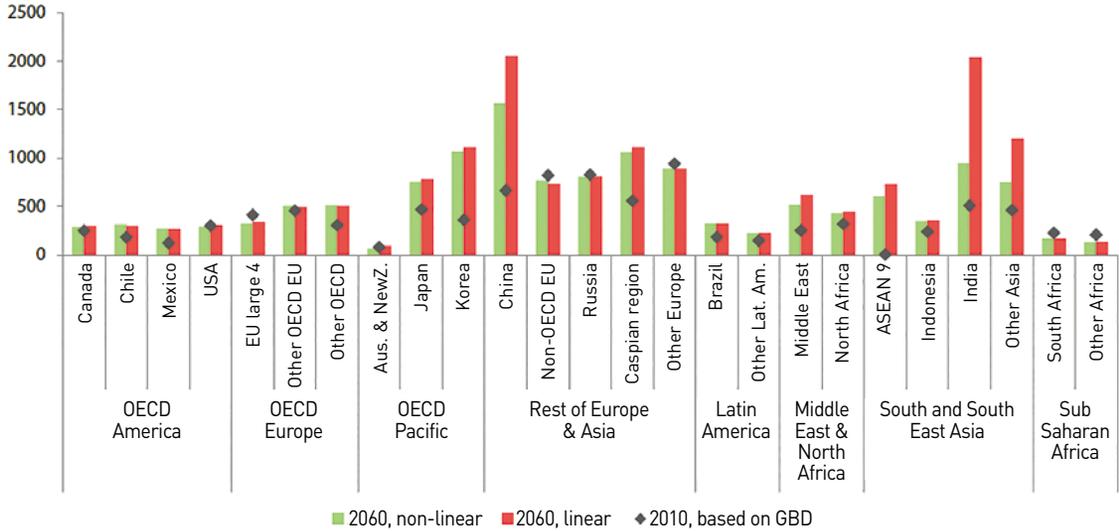
그림 4 미세먼지(PM2.5)와 오존 농도 추정치



주 왼쪽은 미세먼지(PM2.5)의 농도를 나타내고 오른쪽은 오존의 농도를 나타냄

자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

그림5 대기오염에 따른 국가별 미숙아 사망 예측치



자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

앞으로의 과제

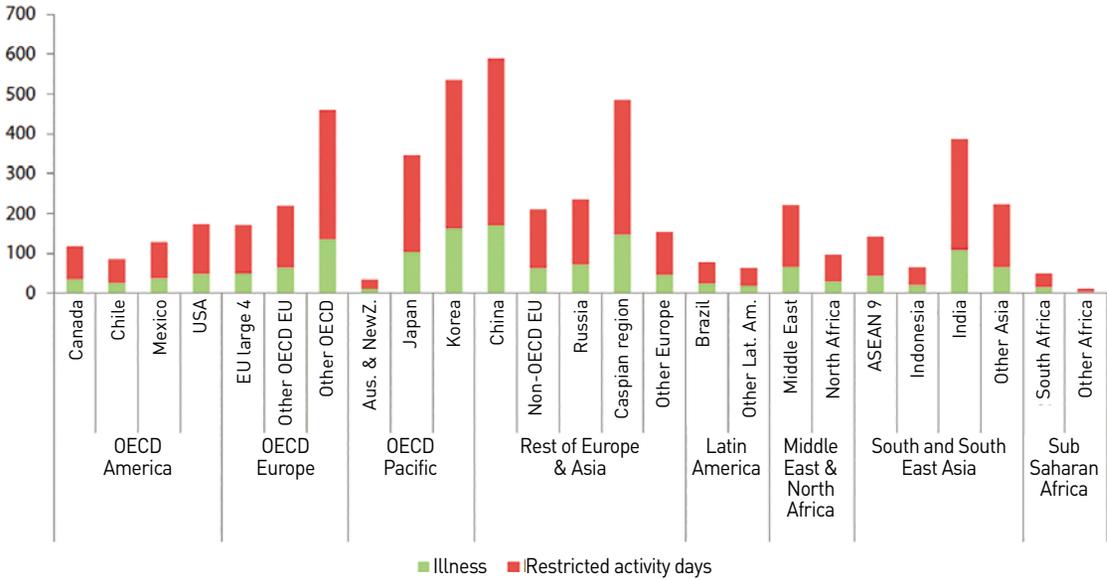
대기오염은 인류 건강에 매우 해로운 영향을 끼치는 것은 물론 경제적으로도 성장을 둔화시키는 요인으로 작용할 것이다. 추가적인 대기오염 저감 노력이나 즉각적인 정책이 실현되지 않는 상황에서 경제활동과 에너지 소비가 증가한다면 전 지구적으로 대기오염은 심화될 것이고 경제에도 매우 부정적인 영향을 끼칠 것이다.

주된 대기오염 물질로는 초미세먼지와 오존으로, 향후 WHO의 권고치를 상회할 때 막대한 경제적 비용을 일으킬 것으로 예상된다. OECD는 초미세먼지와 오존으로 인한 여러 부정적인 예측 가운데서도 미숙아의 사망을 첫손에 꼽는다. 경제활동과 대기오염의 상관관계는 분명하지만, 그 분포가 지역적으로 균등하지 않다는 점 때문에 특정한 정책을 통해 전 세

계적인 문제를 해결하기란 불가능할 것이다.

이에 따라 지역 및 국가 상황에 따라 대기오염을 저감하기 위한 노력이 즉각적으로 실시되어야 한다. 우리나라의 경우는 만성 기관지염에 따른 노동력 상실 등이 심각할 것으로 예상되며, 우선 초미세먼지의 발생지를 정확하게 규명하는 노력이 요구된다. 더불어 소비자 중심의 대기오염 저감기술을 개발하고, 더불어 동북아 공동체의 노력도 병행되어야 할 것이다. 구체적으로 말하자면, 국내발 초미세먼지와 중국발 초미세먼지를 구별할 필요가 있고, 국내 초미세먼지 발생의 주범으로 지목되는 화력발전 시설 및 노후 경유차 등을 점진적으로 줄이는 정책과 기술개발에 따르는 분명한 인센티브 제공도 필요할 것이다. 또한 동북아 국가들은 대기오염에 대한 공동 책임의식을 가지고, 이를 해결하기 위한 다양한 외교 정책에 나서야 할 것이다. **W**

그림6 지역별 대기오염에 따른 후생비용 추정



자료 OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD.

참고문헌

- 권오상, 2013, 환경경제학, 박영사
- Mas-Colell A., M. Whinston, J. Green, 1995, Microeconomic Theory, Oxford University Press
- OECD, 2016, The Economics Consequences of Outdoor Air Pollution, Paris, OECD
- 유네스코 한국위원회 홈페이지, <http://www.unesco.or.kr>
- 두산백과, www.doopedia.co.kr

WORLD&CITIES

세계 도시민들과 함께 만들어가는 희망
seoulsolution.kr/worldncities

발행일 2017년 9월

발행인 서울특별시
서울연구원장

편집위원장 이 청(서울연구원 세계도시교류팀장)

편집위원 변미리(서울연구원 선임연구위원)
김선웅(서울연구원 선임연구위원)
강명구(서울시립대학교 도시공학과 교수)
공익표(코트라 연구위원)
김목현(서울연구원 연구위원)
김승준(서울연구원 연구위원)
남원석(서울연구원 연구위원)
반정화(서울연구원 연구위원)
박정윤(아프리카미래전략센터 팀장)
윤민석(서울연구원 부연구위원)
이주현(서울시립대학교 행정학과 교수)
이재훈(한국개발전략연구소 선임연구위원)
최유진(서울연구원 연구위원)

편집간사 송미경(서울연구원 연구원)

발행처 서울특별시, 서울연구원

편집·인쇄 에이앤에프 커뮤니케이션(02-756-5171)

e-book 서울시 지식공유시스템 KSS(행정포털 지식/협업 지식공유 우수정책)
서울연구원 웹사이트(www.sire.kr), 서울정책이카이프(<https://seoulsolution.kr/worldncities>)